

244

فهرسة الكوكب الزاهر في علم الجبر والبرهان

صفحة بند

|  |    |
|--|----|
| خطبة الكتاب  | ٢  |
| مقدمة في علم الجبر                                 | ٤  |
| في تعريف الارض                                     | ٥  |
| في تعريف الكرة السماوية                            | ٥  |
| في النقطة التي توجد على سطح الكرة                  | ٥  |
| في بيان الدوائر وتسميتها الى عظيمة وصغيرة          | ٥  |
| في تعريف دائرة الافق                               | ٥  |
| في تعريف دائرة المعدل                              | ٦  |
| في تعريف دائرة نصف النهار                          | ٦  |
| في تعريف دائرة مسير الشمس                          | ٦  |
| في تعريف دائرة الاعتدال                            | ٨  |
| في تعريف دائرة الاقطاب                             | ٨  |
| في الدوائر التابعة للدوائر العظمى                  | ٩  |
| في تعريف الدوائر السمعية                           | ٩  |
| في تعريف دوائر الميل                               | ٩  |
| في تعريف دوائر العروض                              | ٩  |
| في الدوائر التابعة للدوائر الصغيرة                 | ٩  |
| في تعريف دوائر المقنطرات                           | ٩  |
| في تعريف الدوائر الموازية لدوائر العروض            | ٩  |
| في المناطق التي على سطح الكرة                      | ١٠ |
| في بيان احوال وضع الكرة                            | ١٠ |
| في بيان الحركة اليومية التي يكون بها الليل والنهار | ١٢ |
| في الحركة السنوية                                  | ١٣ |
| في ايجاد عدد ايام السنة الشمسية                    | ١٤ |
| في ايجاد عدد ايام السنة النجومية                   | ١٤ |

| صفحة | بند |   |
|------|-----|---|
| ١٥   | ٢٥  | في بيان اليوم الحقيقي                         |
| ١٥   | ٢٦  | في بيان اليوم النجمي                          |
| ١٥   | ٢٧  | في بيان اليوم الوسطي                          |
| ١٦   | ٢٨  | في بيان حركة الشمس اليومية في خط الاستواء     |
| ١٧   | ٢٩  | في تعريف القمر                                |
| ١٧   | ٣٠  | في الكسوف                                     |
| ١٨   | ٣١  | في الكواكب السيارة                            |
| ١٩   | ٣٢  | في بيان عرض الكواكب                           |
| ١٩   | ٣٣  | في بيان ميل الكواكب                           |
| ١٩   | ٣٤  | في بيان مقام مستقيم الكواكب وأسمائها          |
| ٢٣   | ٣٥  | في بيان عرض الأماكن الأرضية                   |
| ٢٤   | ٣٦  | في أطوال الأماكن الأرضية                      |
| ٢٥   | ٣٧  | في بيان تقدير الزمن                           |
| ٢٦   | ٣٨  | في تحويل درج الأطوال الى ساعات                |
| ٢٧   | ٣٩  | في بيان آلة الارتفاع                          |
| ٢٨   | ٤٠  | في كيفية تصحيح آلة الكستان                    |
| ٢٩   | ٤١  | في معرفة غلط أقسام الكستان                    |
| ٢٩   | ٤٢  | في خاصية انعكاس شعاع الكواكب                  |
| ٣٠   | ٤٣  | في أخذ ارتفاع الكواكب                         |
| ٣١   | ٤٤  | في بيان الأفق الصناعي وأخذ الارتفاع عليه      |
| ٣٢   | ٤٥  | في تحويل الارتفاع المأخوذ الى حدر مركز الكوكب |
| ٣٣   | ٤٦  | في بيان ارتفاع الأفق                          |
| ٣٤   | ٤٧  | في بيان انعطاف شعاع الكواكب                   |
| ٣٥   | ٤٨  | في بيان اختلاف المنظر                         |
| ٣٩   | ٤٩  | في بيان اتجاهات الدنيا                        |
| ٤    | ٥٠  | في بيان البركبة                               |



| صفحة | بند |  |
|------|-----|--|
| ٤٣   | ٥١  | في تعريف البركبة المستعدة                            |
| ٤٣   | ٥٢  | في الخريطة البحرية                                   |
| ٤٤   | ٥٣  | في كيفية انشاء الخريطة المذكورة                      |
| ٤٥   | ٥٤  | في بيان انشاء المسطرة الموازية ذات الدرج             |
| ٤٦   | ٥٥  | في بيان استعمال المسطرة المذكورة                     |
| ٥٠   | ٥٦  | في الاعمال التي يصير اجزاؤها على سطح الخريطة         |
| ٥٢   | ٥٧  | في خواص الاجسام المغناطيسية                          |
| ٥٢   | ٥٨  | في قطبي المغناطيس                                    |
| ٥٣   | ٥٩  | في المغناطيسية الارضية                               |
| ٥٣   | ٦٠  | في الانحراف  |
| ٥٤   | ٦١  | في المغناطيسية بتأثير الغضبان                        |
| ٥٤   | ٦٢  | في الممغطة بطريق المعلم ابنوس                        |
| ٥٥   | ٦٣  | في البوصلة وكيفية تقسيم محيطها                       |
| ٥٦   | ٦٤  | في كيفية تصحيح طريق السفينة من الانعطاف              |
| ٥٧   | ٦٥  | في تصحيح طريق السفينة بواسطة الانحراف                |
| ٥٩   | ٦٦  | في بيان فرق العروض                                   |
| ٦١   | ٦٧  | في معرفة جذب اتجاهات البوصلة                         |
| ٦٢   | ٦٨  | في بيان الدعاوى التي تحل بواسطة المثلثات المستقيمة   |
|      |     | الاضلاع  |
| ٦٣   | ٦٩  | في تركيب الجداول اللوغاريتمية                        |
| ٦٤   | ٧٠  | في تكوين جداول الخطوط المساحية                       |
| ٦٨   | ٧١  | في بيان الدعاوى البحرية التي تحل بالمثلثات المستقيمة |
|      |     | الاضلاع  |
| ٧١   | ٧٢  | في استخراج مجاهيل المثلث القائم الزاوية              |
| ٨٤   | ٧٣  | في معرفة محل السفينة على الخريطة بواسطة اتجاهين      |
| ٨٨   | ٧٤  | في استخراج البعد والاتجاه بين مكانين وفيه مسائل محل  |



| بند  | رقم    |
|--|--------|
| بواسطة علم المثلثات المستقيمة الاضلاع                                |        |
| في كيفية اعمال جرنال سفريته السفينة                                  | ٧٥ ١٠٤ |
| في المد والجزر   | ٧٦ ١١٢ |
| في كيفية استخراج وقت المد والجزر                                     | ٧٧ ١١٧ |
| في بيان حل المثلثات الكروية  | ٧٨ ١٢٠ |
| في حل المثلث القائم الزاوية وفيه نتائج                               | ٧٩ ١٢١ |
| في حل المثلثات المسألة الزوايا                                       | ٨٠ ١٢٢ |
| في تطبيق حل المثلثات الكروية على الدعاوى البحرية                     | ٨١ ١٢٣ |
| في تقدير طول الشمس   | ٨٢ ١٢٤ |
| في استخراج مطلع مستقيم الشمس اذا علم طولها                           | ٨٣ ١٢٦ |
| في استخراج مطلع مستقيم الشمس اذا علم ميلها                           | ٨٤ ١٢٨ |
| في كيفية استخراج ميل الشمس اذا علم المطلع المستقيم                   | ٨٥ ١٣٠ |
| في استخراج طول الشمس اذا علم مقدار مطلعها المستقيم                   | ٨٦ ١٣٢ |
| في بيان استخراج وقت دخول الشمس في برج الحمل                          | ٨٧ ١٣٤ |
| في تعيينات ميل الشمس وبيان الجداول التي يصير<br>التي هي              | ٨٨ ١٣٥ |
| في كيفية تحويل ميل الشمس الى أي وقت كان                              | ٨٩ ١٣٩ |
| في كيفية استخراج اتجاه قبلة الصلاة                                   | ٩٠ ١٤٢ |
| في الدعاوى الفلكية الدعوى الاولى في استخراج<br>عرض المكان وقت الزوال | ٩١ ١٤٥ |
| الدعوى الثانية في استخراج العرض بواسطة النجوم                        | ٩٢ ١٥٢ |
| الدعوى الثالثة في كيفية إيجاد العرض بواسطة ارتفاع<br>القمر           | ٩٣ ١٥٧ |
| الدعوى الرابعة في كيفية استخراج زمن فضل الدائر                       | ٩٤ ١٦٥ |
| الدعوى الخامسة في كيفية استخراج أوقات شروق<br>وغروب الشمس            | ٩٥ ١٧٣ |

| صفحة | بند |  |
|------|-----|--|
| ١٨٠  | ٩٦  | في بيان استخراج أوقات الشروق والغروب الظاهري   |
| ١٨٥  | ٩٧  | الدعوى السادسة في كيفية إيجاد مقدار سرعة الشمس<br>ومعرفة انحراف البوصلة                            |
| ١٨٨  | ٩٨  | في كيفية إيجاد مقدار سرعة الشمس الظاهري  |
| ١٩٧  | ٩٩  | الدعوى السابعة في بيان استخراج مقدار الزاوية السمعية<br>ومقدار انحراف البوصلة                      |
| ٢٠٦  | ١٠٠ | الدعوى الثامنة في كيفية استخراج وقت العصر  |
| ٢١٢  | ١٠١ | الدعوى التاسعة في كيفية استخراج ارتفاع الشمس<br>في أي ساعة معلوم زمانها نهارا                      |
| ٢١٩  | ١٠٢ | الدعوى العاشرة في استخراج انحراف البوصلة وقت<br>مرور الشمس من أول السموت                           |
| ٢٢٦  | ١٠٣ | الدعوى الحادية عشر في كيفية استخراج انحراف<br>البوصلة وقت الساعة ٧ بالافرنكي                       |
| ٢٣٠  | ١٠٤ | الدعوى الثانية عشر في كيفية استخراج أوقات الشفق  |
| ٢٤٠  | ١٠٥ | الدعوى الثالثة عشر في بيان استخراج أوقات شروق<br>وغروب القمر وأحد الكواكب السيارة                  |
| ٢٤٢  | ١٠٦ | الدعوى الرابعة عشر في كيفية استخراج عرض المكان<br>بواسطة نجمة القطب المشهورة                       |
| ٢٤٥  | ١٠٧ | الدعوى الخامسة عشر في كيفية استخراج العرض<br>بواسطة ارتفاع الشمس الذي يؤخذ منها قبل الزوال أو بعده |
| ٢٥٤  | ١٠٨ | الدعوى السادسة عشر في بيان استخراج عرض<br>المكان بواسطة ارتفاعين يؤخذان من الشمس                   |
| ٢٦٧  | ١٠٩ | في كيفية استخراج العرض بواسطة الارتفاعين<br>الماخوذين من الشمس في اثنا سير السفينة                 |
| ٢٨٣  | ١١٠ | في بيان ساعة الطول أي ساعة القورنومتر  |
| ٢٨٦  | ١١١ | في كيفية تصحيح ساعة الطول  |



| صفحة | بند |  |
|------|-----|--|
| ٢٨٩  | ١١٢ | طريق آخر في استخراج ساعة الطول بواسطة الارتفاعات المتناظرة   |
| ٢٩٩  | ١١٣ | الدعوى السابعة عشر في كيفية استخراج الطول بواسطة ساعة القورنومتر   |
| ٣٠٧  | ١١٤ | في كيفية استخراج طول المكان بواسطة الارتفاعات المتناظرة  |
| ٣٠٨  | ١١٥ | في كيفية استخراج الطول بواسطة ارتفاع القمر و ساعة القورنومتر   |
| ٣١٢  | ١١٦ | الدعوى الثامنة عشر في استخراج الطول بواسطة ارتفاع الشمس والقمر والمسافة الواقعة بينهما في بعض مسائل مهمة وبها ختم الكتاب |

المخطا والصواب الواقع في هذا الكتاب

| صفحة | سطر | خطا        | صواب        |
|------|-----|------------|-------------|
| ٤    | ٨   | المعارف    | المعارف     |
| ٩    | ٩   | بنقطتي     | بنقطتي      |
| ٩    | ٢٣  | بمقدار     | بمقدار      |
| ١٠   | ١٣  | والمنطقتان | والمنطقتان  |
| ١١   | ٤   | دائرة      | دائرة       |
| ١١   | ٢٦  | الليل      | الليل       |
| ١٢   | ١٢  | ٣٤٥٠٠٠٠٠٠  | ٣٤٥٠٠٠٠٠٠٠  |
| ١٣   | ٣١  | دوران      | دوران       |
| ١٤   | ٢٣  | ساعات      | ساعات       |
| ١٥   | ٢   | يومي       | يومي        |
| ١٥   | ٧   | متقدمين    | متقدمين     |
| ١٥   | ١٠  | يرمطبيعي   | يوما طبيعيا |



| صحيحة | سطر | خطا  | صواب                        |
|-------|-----|--|-----------------------------|
| ١٥    | ١١  | عنبر   | عنبر                        |
| ١٥    | ١٨  | ٢٨   | ٢٧                          |
| ١٥    | ٢٤  | زمن وسطى   | زمننا وسطيا                 |
| ١٦    | ٧   | الوتر  | الوتر                       |
| ١٦    | ٨   | تقطع   | تقطع                        |
| ١٦    | ٢٦  | دقيقة  | دقيقة                       |
| ١٧    | ٣   | كروية  | كروى                        |
| ٧٠    | ٢٤  | أمدال  | درج                         |
| ٧٠    | ٢٥  | دقائق  | درج                         |
| ١١٢   | ٢   | متسعين   | متسعين                      |
| ١١٢   | ٣   | جازية  | جازية                       |
| ١١٢   | ٨   | بأن  | أن                          |
| ١١٢   | ١٠  | الذكورة  | الذكورة                     |
| ١١٢   | ١٣  | عقد  | عقد                         |
| ١١٢   | ١٧  | البحر  | البحر                       |
| ١١٢   | ٢٢  | لبحر   | البحر                       |
| ١١٢   | ٢٣  | انتهاه   | انتهاه                      |
| ١١٢   | ٢٣  | ابتداء   | ابتدائه                     |
| ١٢٤   | ٨   | مطلوب  | في استخراج                  |
| ١٢٧   | ١٧  | يوليو  | يوليو                       |
| ١٣٨   |     | يضع في السنين من يسار البحر                                  | يضع في السنين من يسار البحر |
|       |     | عن يمين الجدول وهكذا يعتبر ما بعد (٤) الى آخر الجدول كجاء في |                             |
|       |     | الجدول الثاني  |                             |
| ١٤٤   | ١٩  | ١٩٢٤   | ١٩٢٧                        |
| ١٥٠   | ٢٣  | شمالي  | شمالي                       |
| ١٥٣   | ١٨  | صار  | صار                         |

| صواب             | خطا                      | سطر | صفحة |
|------------------|--------------------------|-----|------|
| استخراج          | استخراج                  | ١٩  | ١٥٧  |
| الدواني          | الدواني                  | ٢٣  | ١٥٧  |
| والناج           | والناج                   | ٥   | ١٥٨  |
| فان كان          | فان كان                  | ٨   | ١٥٨  |
| تمام             | تمام                     | ٢٤  | ١٦٩  |
| تمام             | تمام                     | ٢٥  | ١٦٩  |
| ثاني             | ثاني                     | ٢٧  | ١٦٩  |
| ارتفاع           | ارتفاع                   | ٢٧  | ١٧٢  |
| الشمس            | الشمس                    | ٢٣  | ١٧٢  |
| والثالث          | والثالث                  | ٢٥  | ١٧٦  |
| عرض المكان شمالا | اذا كان عرض المكان شمالا | ٢٣  | ١٧٩  |
| الدائرة المارة   | الدائرتان المارتان       | ٢٤  | ٢١٩  |
| والنازلة مودا    | والنازلان أعمدة          | ٢٤  | ٢١٩  |
| تسمى دائرة       | يسميان دائرتي            | ٢٥  | ٢١٩٩ |
| عليها            | عليهما                   | ٢٥  | ٢١٩  |
| الدائرة المذكورة | الدائرتين المذكورتين     | ٢٧  | ٢١٩  |
| طرف ثاني         | طرف ثاني                 | ٢٦  | ٢٥٦  |
| القورنومتر       | القورنومتر               | ٦   | ٢٩٦  |
| الاربعة          | الاربعة                  | ٢٧  | ٣١٣  |
| السفينة          | السفينة                  | ١٤  | ٣١٤  |
| جبل              | جبل                      | ٢٣  | ٣١٨  |
| منظورا           | منظور                    | ٢٤  | ٣١٨  |
| المحاذنان        | المحاذنان                | ١   | ٣١٩  |
| تمضي             | تمضي                     | ٢٥  | ٣١٩  |

كتاب الحكوكب الزاهر في علم البحار

الراخر تأليف المتوسل بمصاحب

السلامه سليمان قبودان حلاوه

خواجه المدرسه البحريه

بنغرسه كنديه

حفظها رب

البريه



## بسم الله الرحمن الرحيم

يقول العبد الفقير ذوالهجز والتقصير سليمان قبودان حلاوه الشهير بذلك  
تجاء الله من سائر الممالك الحمد لله الذي رفع السماء بالاعادى وزينها  
بالنجوم ليهدى بها العبادى وجعل فيها سراجا مضيا للاستبصرين وقمر  
منير للسائرين \* أجرى بقدرته الرياح \* وفلق الليل بعهد الصباح \* دبر  
الأفلاك وسيرها وبر الأملأك وسخرها \* ونحلق الأرض ودحاها \* أخرج منها  
ماءها ومرعاها وأنجمها \* أرساها \* أنبع بفيض فضله الماء الثجاج \* هذا عذب  
فراث وهـ \* ذاهل أجاج \* أخرج الإنسان من ظلمات الأرحام \* إلى نور الدنيا  
المنوطة بالانتظام \* فالتحق في بحار نعمائه يسبحون \* ويحمده ومجده  
يسبحون \* واشهد أنه اله أحد \* فردعه محيط بجميع الاشياء بالاتصال  
\* منزعه عن سائر الكميات والاشكال \* سبحانه كورا ليل على النهار  
\* وكورا النهار على الليل بالادوار \* واشهد ان سيدنا محمد عبده ورسوله \*  
وصفيه ونبيه وخليفه \* قطب دائرة الوجود \* ومادة نقطة كل موجود \* صلى

الله وسلم عليه وعلى آله سفن الحياة ان فرق في تيسار غوايته \* وحبل  
من اعتصم من شياطين جهالته \* وعلى اصحابه البدور الطوالع \* والغيوث  
الهوامج \* من مدوار مباح صدقهم في صدور المعتدين \* وتزروا بسيف  
اخلاصهم رقاب المحدثين \* صلاة وسلاما دائمين متلازمين ما برزت شمس  
الاكوان \* وأسفرت أقمار الزمان \* (أما بعد) \* فانه لا يخفى على كل ذي  
بصيرة \* وقريحة مستبصرة \* وجوب القيام بواجب الشكر ان أحسن اليه \*  
ومراعاة حقوق من أنعم عليه \* هذا والخديوي الاعظم والوزير الانعم  
خلاصة المجد \* وجوهرة السعد \* صاحب العدل والانصاف \* والرافة  
والاسعاف \* ولي نعمتنا سعادة أفند ديننا \* بما عمل به باشا \* بلغه الله ما يشاء  
وحفظه وانجى له الكرام \* من صروف الليالي والأيام \* قد غمر الرعية  
بزيادة احسانه \* وأمد همهم بوائدا متناهية \* وأفاض عليهم من بحر افضاله  
الملتطم \* ونثر لديهم درنواله المنتظم \* فهم من جداول عطائه مستمدون \* ومن  
انهارا نعامه ناهلون \* رفاهم الى سماء المعالي ليتناولوا دراري المعاني \*  
ونصب لهم درجات المقامات على التوالي ليصروا شمس بلوغ الاماني \*  
وارشدهم الى علوم يضيق عن جمعها الحساب ولا يعرب عن كمياتها الحساب  
سيما علم البحر الذي كان متروكا في زوايا الاعمال \* منحرفا عن قبلة الاعمال \*  
قد ضرب الصمت عنه صفح \* وطوى السميت عنه كشفا \* فجدد ولي النعم  
رسومه القديمة \* وأحيامه عالمه العديده وعمره مبانيه \* وأظهر معانيه \* وأنشأ  
هذه المدرسة البحرية \* التي هي باكتساب المعارف حريه \* قد دارت بها  
افلاك التعليم \* واستنارت بها نجوم التفهيم \* واشرفت عليها شمس الفطانه  
\* وأمطرت لديها سحاب الاغانى \* دراري الخيرات في سماء روتقها سائر  
\* وهالات المبرات باقمار بهجت سادائر \* وقد جعل سعادة الخديوي أمر هذه  
المدرسة مشغولا بنظارة صاحب الهمم العلية \* والافعال المرضيه \* سعادة  
قاسم باشا وكيل نظارة البحرية \* فقام بهذا الأمر أحسن قيام \* وحلى حيله  
بجواهر الانتظام \* ونظر لابنائها بعين التحقيق \* ومخطهم بعناية التدقيق  
\* وكنت من مخطتي العناية الخديويه \* وجذبتني الاشارات العموميه \* الى  
اعمال كتاب في هذه المعاني \* حيث أعجب الجمعية في امتحان التلامذة في الاول



والثاني «قياماً بشكر هذه النعم» وبواجب تلك الشيم «وان كنت است  
اهلاً لذلك الشأن» ولان فرسان هذا الميدان «فقد يكرم الطغيلة في محل  
الكارم» ويحق بالخردوم الخادم (ولما) كان كل علم لا يعرف كنهه  
الا باصوله وروابطه «ولا يوقف على رسومه الا باتقان حدوده وضوابطه»  
خصوصاً علم البحر عالي المقدار «سأى المنازل والمنازل الذي فضله كالثمن  
في رابعة النهار» وعليه في الحقيقة العمل والمدار «شامل العلوم الرياضية  
والهندسة والتجبر من أبحر مفاضه» به يعرف المرء السماء من الارض «ويعبر  
الطول من العرض» وبه يأخذ ارتفاع المغارف «ويأتمس شعاع الاطائف  
(سطت) أكف الضراعة لخالق الظلمات والنور مستطراً سمحاً بالاعانة  
على هذه الامور فصادتني الاقدار الالهية «وسأعديتني الامدادات  
الازلية» فجمعت فيه جميع القواعد الموجودة في المكتب التي استفدناها  
في ساحة المحاضرة الخديوية «وجعلت طرقها مؤسسة على قوانين المثلثات  
المستقيمة الاضلاع والمثلثات المكرورة مبرهنات بالاثبات لدى الايقاع»  
محتماً في جميع «اعماليات» مع حسن الافادات «فجاء بحمد الله تام التقويم  
كامل التقسيم» يغني «ورده عن العذب الفرات» ويزري مصدره «ساوراء  
النهر والفرات» يحدث عن علم البحر الرائق «ويطلعك على ما فيه من الذقائق  
يسج الفكر في اطائف امواجه» ويسير العقل على استقامة منهاج «  
به يتعلم المبتدئ» ويتذكر المنتهى (ولما) تحقق لدى سعادة الباشا  
وكيل قطارة البحرية ما فيه من الفوائد التي فوق المرام «أمرني بطبعه  
لينتفع به الخاص والعام» فامتثلت امره بالسمع والطاعة «وبذلت الهممة  
في ذلك حسب الاستطاعة» (وسميته) الكوكب الزاهر «في علم البحر الزاخر  
وهذا وان الشروع في المصود» بعون الله الملك المعبود

بند  
\*(مقدمة في فنون البحرية)\*

فن البحر هو علم يبحث فيه عن الكواكب وكيفية حركاتها وعن الازمنة  
وتعيين أوقاتها «وعن أماكن الارض ومعرفة الطول والعرض وعن  
مواقع البلدان وكيفية طرق الاسفار من مكان الى مكان  
ولما كانت الارض والاجرام السماوية مستديرة الاجسام اشكالاً كروية



فقد جعل علماء هذا الفن لكل من الارض والسماء شكلا كرويا ونقشوا على سطح كل واحدة منهما جميع الاشياء الموجودة بهما

٢ الارض هي جسم كروي لكن غير تام الاستدارة على هيئة شكل قطع ناقص ويوجد على سطحها رسم جميع الاشياء التي توجد بها كجبال وبلاد وبحار وجزائر وخليجان وانهار واما شبه ذلك

٣ الكرة السماوية هي التي يوجد منقوش على سطحها جميع صور الكواكب والدوائر التي تتعلق بها

(والقبة الفلكية) هي عبارة عن كرة فراغية محيطة بجميع جهات الارض ويتصور على سطحها الدوائر الاربعة

\*(في النقط التي توجد على سطح الكرة)\*

٤ النقط التي على سطح الكرة هي خمسة عشر نقطة مركز الكرة ونقطتها قطبي الكرة اعني نقطة القطب الشمالي والقطب الجنوبي ونقطتها سمت الرأس وسمت القدم ثم اربعة نقط الجهات الاربعة اعني الشمال والجنوب والمشرق والمغرب ثم نقطتا اقطاب الدائرة الكسوفية ثم اربعة نقط الفصول الاربعة اعني الاعتدال الربيعي والاعتدال الخريفي والانقلاب الصيفي والانقلاب الشتوي فالمجموع خمسة عشر نقطة

\*(في بيان الدوائر)\*

٥ الدوائر التي توجد على سطح الكرة عشرة ستة منها عظيمة واربعة صغيرة فاما الدوائر العظيمة فهي دائرة الافق ودائرة المعدل أي خط الاستواء ودائرة نصف النهار ودائرة مسير الشمس وتسمى بالدائرة الكسوفية ودائرة الاعتدالين ودائرة الانتلابين

(واما) الدوائر الصغيرة فهي مدار السرطان ومدار الجدي ومدار القطب الشمالي ومدار القطب الجنوبي

(تعريف دائرة الافق)

٦ دائرة الافق هي دائرة مارة بمركز الكرة ونقطتي المشرق والمغرب وتقسم الكرة الى قسمين متساويين اعلى واسفل وان قطبي الدائرة المذكورة هما نقطتا سمت الرأس وسمت القدم وكل نقطة توجد على سطح الكرة

يوجداهما أفق مرتقى والأفق المذكور على ثلاثة أنواع أفق حقيقي وهو ما  
يمر مركز الكرة وأفق طبيعي وهو مماس لسطح الكرة وموازي للأفق  
الحقيقي وأفق مرتقى وهو الذي يرى للشخص الذي يوجد على مكان مرتفع  
\*(تعريف دائرة المعدل)\*

٧ دائرة المعدل أعني خط الاستواء هي دائرة مارة بنقطتي المشرق والمغرب  
وتقسم الكرة إلى قسمين متساويين شمالي وجنوبي وقطباهما هما نقطتا  
أقطاب العالم وان جميع الأماكن التي توجد في شمالها عرضها شمالي والأماكن  
التي توجد جهة الجنوب عرضها جنوبي وميل الكرة كب التي توجد في جهة  
القطب الشمالي ميلها شمالي والكرة كب التي في جهة القطب الجنوبي  
ميلها جنوبي

\*(تعريف دائرة نصف النهار)\*

٨ دائرة نصف النهار هي دائرة مارة بأقطاب العالم ونقطتي سمت الرأس  
وسمت القدم ونازلة عمودا على خط الاستواء وهي تقسم الكرة إلى قسمين  
متساويين شرقي وغربي وان جميع النقط المفروضة على دائرة المعدل  
يمكن أن يمر من كل واحدة منها دائرة نصف نهار وجميع تلك الدوائر  
تكون أعمد على خط الاستواء ومن ذلك يعلم أن كل نقطة كائنته  
على سطح الأرض فانه يمر بها دائرة نصف نهار وان تلك الدوائر لها نقطتا  
المشرق والمغرب

\*(تعريف دائرة مسير الشمس)\*

٩ دائرة مسير الشمس أعني الدائرة الكسوفية هي دائرة مارة بنقطتي برج  
الحمل وبرج الميزان وهي كائنة في وسط منطقة فلك البروج التي عرضها  
يساوي ٢٣ درجة وان مركز الشمس دائما يكون مارا عليها ولا  
يخرج عنها وهذه الدائرة فاطعة خط الاستواء في نقطتين احدهما تسمى  
نقطة الاعتدال الربيعي والثانية تسمى نقطة الاعتدال الخريفي ومقدار  
كل زاوية من الزوايا المحاذية من تقاطعها يكون مقدارها مساويا  
٢٨ دقيقة و٢٣ درجة وهو غاية ميل الشمس وقطبانها هذه الدائرة  
يكونان متباعدان عن أقطاب العالم بمقدار ٢٨ دقيقة و٢٣ درجة

(وقد) قسم علماء هذا الفن محيط الدائرة المذكورة الى اثني عشر قسما  
 كل قسم يساوي ٣٠ درجة و ٤٠ دقايق و كل قسم منها برج او ان الشمس  
 تقطع تلك البروج الاثني عشر في مدة سنة كاملة عدداً بامها ٣٦٥ يوم و ٥  
 ساعات و ٨ دقايق و ٥ ثواني و هو مقدار السنة الشمسية البسيطة و اما  
 عدداً بام السنة الكبيسة فانه يساوي ٣٦٦ يوم و في كل اربع سنين تأتي  
 سنة كبيسة ولذلك صار درج أسماء البروج و تواريخ دخول الشمس في  
 كل برج كما هو مبين في هذا الجدول

| أسماء البروج | أسماء الايام | أسماء الفصول | دخول الشمس في الحمل |
|--------------|--------------|--------------|---------------------|
| حمل          | مارس         | فصل الربيع   | شرحته في الثور      |
| ثور          | ابريل        |              | شرحته في الجوزا     |
| جوزا         | مايس         |              | شرحته في السرطان    |
| سرطان        | يونيو        |              | شرحته في الأسد      |
| أسد          | يوليو        | فصل الصيف    | شرحته في السنبلة    |
| سنبلة        | اغسطس        |              | شرحته في الميزان    |
| ميزان        | سبتمبر       |              | شرحته في العقرب     |
| عقرب         | اكتوبر       |              | شرحته في القوس      |
| قوس          | نومبر        | فصل الشتاء   | شرحته في الجدى      |
| جدى          | ديسمبر       |              | شرحته في الملو      |
| ملو          | يناير        |              | شرحته في الحوت      |
| حوت          | فبراير       |              |                     |

\*(في بيان ايضاح ما تقدم)\*

يتم ما تقدم ان الشمس تدخل في برج الحمل في ٢١ شهر مارس و تخرج منه  
 فيه سائر هذه الايام و تقطع في كل يوم نحو درجة واحدة تقريباً ثم تنقل  
 الى برج الثور و تخرج منه في ٢١ شهر ابريل و تنقل الى برج الجوزا و تخرج منه



ثلاثين يوما وتقطع تلك البروج الثلاثة في مدة فصل الربيع ثم تقطع برج  
السرطان وبرج الأسد والسنبلة في مدة فصل الصيف ثم انها تقطع برج  
الميزان والعقرب والقوس في مدة فصل الخريف وكذلك برج الجدي  
والدلو والمحوت في مدة فصل الشتاء وفي يوم دخوله في برج الحمل يستوى  
الليل والنهار واذا صارت في برج السرطان يكون غاية ميلها الشمالي  
ويكون غاية طول النهار عند اهل الاماكن الشمالية وآخر قصر الليل  
وعكس ذلك في الجهة الجنوبية واذا صارت في برج الميزان ينعدم ميلها  
ويستوى الليل والنهار ثم اذا صارت في برج الجدي يكون غاية ميلها وآخر  
زيادة النهار وآخر قصر الليل عند اهل الاماكن الجنوبية وعلى هذا فان  
السكان الذين يوجدوا تحت القطب الشمالي يوجد عندهم طول النهار  
سنة شهور وذلك حين يكون ميل الشمس شمالا واما الاماكن التي  
تكون تحت القطب الجنوبي فيكون طول الليل عندها ستة شهور  
لان الشمس تمسك في جهة شمال خط الاستواء ستة شهور وتمسك جهة  
الجنوب ستة شهور آخر ومتى كانت الشمس في برج السرطان فانها تكون  
في نقطة الانقلاب الصيفي ومتى كانت في برج الجدي فتكون في نقطة  
الانقلاب الشتوي

\*(في تعريف دائرة الاعتدالين)\*

١٠ دائرة الاعتدالين هي دائرة من دوائر انصاف النهار مارة بنقطتي  
الاعتدال الربيعي والاعتدال الخريفي أعني برج الحمل وبرج الميزان

\*(تعريف دائرة الانقلابين)\*

١١ دائرة الانقلابين هي دائرة من دوائر انصاف النهار وهي مارة  
بنقطتي الانقلاب الصيفي والانقلاب الشتوي أعني برج السرطان وبرج  
الجدي وحيث كانت هذه الدائرة ودائرة الاعتدالين يقسمان دائرة  
المعادل الى أربعة أقسام متساوية فكل قسم منها يسمى فصلا أعني ان فصل  
الربيع يكون من وقت دخول الشمس في برج الحمل الى وقت  
دخولها في برج السرطان وفصل الخريف يكون من وقت دخولها  
في برج السرطان الى وقت دخولها في برج السنبلة وفصل الخريف يكون

من وقت دخول الشمس في برج الميزان الى ان تكون في برج القوس  
وفصل الشتاء يكون وقت دخول الشمس في برج الجدي الى ان تصير في  
برج الحوت

\*(بيان الدوائر التابعة للدوائر العظيمة)\*

١٢ الدوائر التابعة للدوائر العظيمة ثلاثة دوائر السموت ودوائر الميل  
ودوائر العروض

\*(تعريف الدوائر السموتية)\*

١٣ الدوائر السموتية وتسمى بالدوائر الاربعية هي دوائر عظيمة من  
دوائر الكرة وهي مارة بنقطتي سمت الرأس وسمت القدم وجيههم هم اعمدة  
على دائرة الافق ومن ثم يؤخذ على محيطاتهم مقادير ارتفاعات الكواكب  
\*(في تعريف دوائر الميل)\*

١٤ دوائر الميل هم دوائر من دوائر انصاف النهار وما بين الكواكب  
ويؤخذ على محيطاتهم مقدار ميل الكواكب

\*(في تعريف دوائر العروض)\*

١٥ دوائر العروض هي دوائر عظيمة من دوائر الكرة ومارة باقطاب دائرة  
سموت الشمس واعمدتها على محيطاتهم عرض الكواكب  
\*(في الدوائر التابعة للدوائر الصغيرة)\*

١٦ الدوائر المذكورة ثلاثة دوائر المقنطرات وهي الدوائر الموازية  
لدائرة الافق ودوائر مرور الشمس اليومي وتسمى بموازات الميل ودوائر  
موازيات العروض

\*(تعريف دوائر المقنطرات)\*

١٧ دوائر المقنطرات هي دوائر صغار موازية لدائرة الافق والدائرة التي  
توجد تحت الافق بمقدار ١٨ درجة تسمى مقنطرات الشفق

\*(في بيان الدوائر الموازية لدوائر العروض)\*

١٨ دوائر موازيات العروض هي دوائر صغار موازية لدوائر العروض  
\*(تنبيه)\*

اعلم ان الدوائر التي ذكرت جميع النقط الخمسة عشر هي وان كانت

موجودة على سطح الكرة السماوية فانها توجد أيضا على سطح الكرة الأرضية وكل دائرة مقابلة لنظيرتها ومطابقة لها في الاسم والرسم أعني انه كما يوجد خط استواء في الكرة السماوية يوجد خط استواء أرضي وكما يوجد دوائر انصاف نهار على الكرة السماوية يوجد أمثالهم على سطح الكرة الأرضية وقس على ذلك باقي الدوائر

( في بيان المناطق التي على سطح الكرة ) \*

١٩ المناطق التي توجد على سطح الكرة الأرضية خمسة الاولى المنطقة الحارة وهي كائنة ما بين مدار السرطان ومدار الجدي وعرضها يساوي ٤٦ درجة و ٥٦ دقيقة واللون أحمر اسودا شدة حرارة الشمس فيها الثانية المنطقة المعتدلة الشمالية وهي كائنة ما بين مدار السرطان ومدار القطب الشمالي وعرضها يساوي ٤٣ درجة و ٥ دقائق والثالثة المنطقة المعتدلة الجنوبية وهي كائنة ما بين مدار الجدي ومدار القطب الجنوبي وعرضها يساوي ٤٣ درجة و ٥ دقائق والمنطقتان الباقيتان وهما محصوران ما بين القطبين ومداريهما وعرض كل واحدة منهما يساوي ٢٢ درجة و ٢٨ دقيقة ويسمونهما بالمنطقتين المنبردين لشدة البرودة وجود الثلج فيهما

( في بيان أحوال وضع الكرة ) \*

٢٠ وضع الكرة يوجد على ثلاثة أنواع الاول وضع مستقيم والثاني وضع متوازي والثالث وضع مائل

( ايضاح النوع الاول ) \*

انه بالنسبة الى الاماكن التي توجد تحت خط الاستواء فان اقطاب العالم ترى على دائرة الافق ويكون خط الاستواء منطبقا على خط أول السموت المار بالشرق والمغرب الحقيقيين ويكون محور العالم منطبقا على الافق ويكون شروق وغروب الشمس من المشرق والمغرب الحقيقيين وان ساعات النهار تساوي لساعات الليل ويكون قوس السموت مساويا لـ ٩٠ درجة الشمس كما في شكل ( ١ ) لانه اذا رمزنا بحرف ا لموقع القطب الشمالي وبحرف ب لقطب الجنوبي فيكون محور العالم اب منطبقا



على الافق وعمودا على خط الاستواء و خط الاستواء يكون منطبقا  
على المخطط الواصل بين سمت الرأس و القدم أعني أول السموت وكذلك  
مدار السرطان هو و مدار الجدي ح ط يكونان اعمدة على محور العالم  
وميل الشمس يساوي قوس السعة لانه مأخوذ من دائرة الافق

\*(ايضاح النوع الثاني)\*

انه بالنسبة الى الاماكن التي توجد تحت قطبي الكرة يرى لسكان الاماكن  
المذكورة ان اقطب العالم توجد في سمت الرأس و سمت القدم وخط  
الاستواء يكون منطبقا على الافق وفي هذه الحالة تكون دوائر انصاف  
النهار جميعها دوائر سموت ومتى وجد ميل الشمس جهة الشمال فانها  
تكون دائما مرتبة لسكان الذين تحت القطب الشمالي ويكون عندهم طول  
النهار ستة شهور وهي مدة مكوث الشمس في جهة شمال خط الاستواء  
وأما الاماكن التي توجد تحت القطب الجنوبي فيرى لسكانها مدة الستة  
شهور المذكورة ظلام ولا يرون الشمس الا اذا مالت الى جهة الجنوب  
فحينئذ يوجد عندهم النهار و يظهر الظلام عند سكان القطب الشمالي

\*(ايضاح النوع الثالث)\*

وأما الاماكن التي توجد ما بين أحد القطبين وخط الاستواء فيرى  
لسكانها ان خط الاستواء يكون قاطعا لدائرة الافق في زاوية تساوي  
تمام عرض المكان وان القطب الذي يوجد في جهة أهل الاماكن  
المذكورة يكون مرفعا عن الافق بمقدار عرض المكان و يظهر شروق  
الشمس وغروبها في كل يوم من نقطة مغايرة لنقطة شروق اليوم  
الماضي وذلك بسبب زيادة ميل الشمس ونقصه من يوم الى يوم وبذلك  
يختلف طول النهار عن طول الليل لان الشمس متى كانت في نقطة الاعتدال  
الربيعي ارا الاعتدال الخريفي فانه يستوي الليل والنهار في سائر اماكن الدنيا  
واذا مالت الشمس الى جهة القطب الشمالي فيزداد طول النهار بالنسبة  
لاهل الاماكن الشمالية وينقص طول الليل ومتى كانت الشمس في نقطة  
الانقلاب الصيفي فيكون غاية طول النهار و آخر قصر الليل وعكس ذلك  
في الاماكن الجنوبية

\* (تنبيه) \*

أعلم أن جميع سكان الأماكن التي توجد عروضهم متساوية فإن طول الليل وطول النهار عندهم متساوي أعني متساوي

\* (في بيان الحركة اليومية التي يكون بها الليل والنهار) \*

٢١ من البديهي أن الشمس والقمر وسائر الكواكب تظهر كل يوم فوق الأفق جهة الشرق وتختفي جهة المغرب بعد أن يرسم كل منها في عمره قوساً عظيماً ولا تصدر هذه الحادثة إلا عن أحد شيئين إما عن دوران سائر الفلك حول الأرض في مدة ٢٤ ساعة أو عن دوران الأرض في هذه المدة على نفسها والاول مذهب المتقدمين من الحكماء وذهب المتأخرون الى اختيار الثاني وبطلان الاول وقالوا ان الشمس أعظم من الأرض بمقدار ٣٢٨٠٠٠ مرة والبعدين هما ٤٥٠٠٠٠ فرسخاً فرساً وى وبالتجربة وجد أن كفة المدفع التي عزمها ٤٠٠ متر في كل ثانية فإذا فرضنا بها سرعة سائر في سيرها فلا تصل الى الشمس الا في مدة تزيد على اثني عشرة سنة فكيف يتصور سرعة حركة الشمس بحيث تقطع كل يوم دائرة أعظم من ذلك البعد بست مرات فكسور وان تقطع في كل يوم وليلة ما تقطعه كفة المدفع في خمس وسبعين سنة وكسور وتصير سرعتها أعظم من تعمية المدفع بقدر ٢٧٣٧٥ مرة وكسور عدد أيام مدة خمسة وسبعين سنة ومثل هذا لا يتصور لانه يزيد زيادة عجيبة وكذلك بالنسبة الى النجوم الثوابت التي هي أعظم بعداً من الشمس وبذلك لا يكون الفلك بأسره أسيراً لحركته حول الأرض التي هي جسم صغير فتمين الذهاب الى الطريقة الثانية وهي دوران الأرض على نفسها وهذا سهل وموافق لما يشاهد في السماء وعلى هذا يكون دوران الأرض على نفسها يظهر كل جزء من أجزاء الأرض للشمس وان الأرض تمر على البروج الاثني عشر كما انه يتصور مرور الشمس عليها وعلى كل من النوعين أعني دوران الأرض على نفسها أو الشمس حول الأرض لا يخل بحسابه بحساب الفلك كما هو معلوم (وبيان ذلك) اذا رصدت الشمس عند شروقها فأنها ترى على الأفق وكما دارت الأرض من جهة المغرب الى جهة الشرق ترتفع شيئاً بعد شيء حتى اذا دارت الأرض ربع المحيط فان



الشمس ترى في سمت رأس الراصد وان تحولت في الدوران بنصفها بقسمه  
تري عند غروبها على الافق واذا تحولت للنصف الثاني اختفت بكليتها  
وتظير الشمس غيرها من الكواكب الثوابت فهي غير متحركة ولكن  
يظهر انها ترسم دائرة حول الارض في جهة مضادة لحركة الارض وتحفظ  
أوضاعها النسبية وحيثما كانت حركة الارض غير مستوية لنا لا استواء  
اجزائها في الحركة فان سائر ما على ظهرها يدور معها وتظهر ذلك اذا سرنا  
في سفينة تجري بسرعة وصرفنا نظرتنا الى شجرة او شيء مرتفع يظهر لنا ان  
السفينة ثابتة والشجرة هي المتحركة تجري في جهة على عكس طريقنا  
وبهذا يتم المثل

\*(في الحركة السنوية)\*

٢٢ اذا رصد كوكب الشمس في السماء يوما من الايام وهي في برج الحمل  
فان الشمس تظهر انها تدور على محيط دائرتها التي تسمى دائرة الكسوف  
ولا تعود الى محلها الا في آخر كل سنة وهذا الحادث عند المتأخرين من  
أهل الفلك يحصل من حركة الارض حول الشمس في ٣٦٥ يوم  
وه ساعات ٨ دقيقة و ١٢ ثانية فتخط الارض في دورانها بهذه الحركة  
السنوية نوعا من الدائرة المستطيلة التي تسمى بالقطع الناقص وهو مدار  
الارض والسطح المستوي الداخل في المدار يسمى دائرة وسط فلك البروج  
ولا يقع كسوف الشمس الا اذا كانت الشمس والقمر والارض على خط  
هذا السطح وليست الشمس في مركز هذا المدار بل هي في نقطة من  
قطره الاعظم وتسمى هذه النقطة نقطة الاحتراق وليست الارض دائما  
متساوية البعد من الشمس بل انها تختلف في الابتعاد حسب الفصول  
الاربعة

واعلم انه بمقارنة الارصاد الفلكية وجد ان الشمس تتأخر عن وصولها الى  
برج الحمل في كل سنة شمسية . وثانيه و ١ من عشرة اعني ان الشمس حين  
يصير وصولها الى نقطة الحمل في مدة السنة الشمسية يكون الباقي عليها  
٥ . ثانية و ١ من عشرة اعني ان مقدار السنة الشمسية يساوي ٣٦٦  
يوما الا . وثانيه و ١ من عشرة ( واما ) السنة النجومية وهي



المسافة التي تقطعها الشمس على محيط دائرة من ابتداء كوكب ثابت حتى  
تعود إليه ومن ذلك يعلم ان السنة الشمسية أقل من السنة النجومية بمقدار  
٥ ثانيه و ١٠ من عشرة وان السنة الشمسية تختلف عن السنة النجومية من  
سنة الى سنة وذلك لعدم انتظام حركة الشمس ومن ذلك اعتبر علماء  
الفلك متوسط عدة سنوات وجدوا هذا المتوسط هو مقدار السنة الشمسية  
\*(في إيجاد عدد ايام السنة الشمسية)\*

٢٦ انه بحسب التجارب التي عملت في ازمدة مختلفه وجد ان الشمس  
تقطع ٣٦٠٠٠ درجة و ٤٥ دقيقة و ٥ ثانيه في مدة ٣٦٥٢٥ يوم  
فكم يلزم من الايام والساعات التي تقطع الشمس فيها مقدار ٣٦٠ درجة  
في حركتها السنوية

\*(صورة العمل)\*

٥ ٤٥ ٣٦٠٠٠ ٣٦٥٢٥ يوم

٣٦٠ ٣٦٥

نسبة ٥ ٤٥ ٣٦٠٠٠ ٣٦٥ : ٣٦٥٢٥ يوم : ٣٦٥

أوسه ٣٦٠ ٤٥ ٣٦٠٠٠ ٣٦٥٢٥ يوم  
٣٦٠٠٠ ٤٥ ٤٩ ٤٨ ٥ ٣٦٥ يوم

وهذا مقدار السنة الشمسية

\*(في إيجاد عدد ايام السنة النجومية)\*

٣٤ يعلم مما تقدم ان الشمس تتأخر عن وصولها الى برج الحمل مقدار ٥ ر  
ثانيه في كل سنة واذا طرح هذا المقدار من ٣٦٠ درجة مقدار المحيط يصير  
الباقى ٣٥٩ درجة و ٥٥ دقيقة و ٩ ثانيه و ٩ من عشرة و حيث كانت الشمس  
تقطع ذلك المقدار في ٩٤ ثانيه و ٨٨ دقيقة و ٥ ساعات و ٣٦٥ يوم راجل  
ان الشمس تقطع ٣٦٠ درجة مقدار محيط الدائرة من وقت انفصالها  
من فجوة ثابت حتى تعود اليه فكم يلزم لها من الايام والساعات الخ  
\*(صورة العمل)\*

٩٤ ٩٤ ٣٥٩ ٤٩ ٤٨ ٥ ٣٦٥

٣٦٠ ٣٦٥



اقول على وجه الاختصار اذا فرض ارك رمزا للدائرة الكسوفية  
و ا ب هـ لدائرة المعدل ونقطة ب القطب الشمالي تمر من دائرة  
نصف نهار ب ر شه عامودا على دائرة المعدل فيحدث زاوية  
شه ب ا القطبية التي تقاس بقوس ا شه المأخوذ من دائرة المعدل  
وانها لا تقاس بقوس ا ر المأخوذ من دائرة الكسوف وحيث كان  
قوس ا شه أصغر من قوس ا ر من مثلث ر ا شه القائم الزاوية  
في شه يوجد فيه الوتر ا ر اكبر من ا شه ومن ذلك يعلم ان  
الشمس اذا كانت تقطع من اليوم الواحد درجة واحدة من دائرة  
الكسوف فانها تقطع من دائرة المعدل قوسا مقداره أقل من درجه  
كافي شكل ٢ ولا يصير تساوي القوسين المذكورين الا اذا كانت الشمس  
في أحد نقطتي الانقلابين

\*(في بيان حركة الشمس اليومية في خط الاستواء)\*

٢٨ تقدم ان الشمس تقطع محيط دائرة خط الاستواء في ٣٦٥ يوم  
و ٥ ساعات و ٤٨ دقيقة و ٩ ثانية فكم تقطع من درج ودقائق  
في مدة يوم واحد

\*(صورة العمل)\*

٩ ثانية و ٤٨ دقيقة و ٥ ساعات و ٣٦٥ يوم : يوم واحد :: ٣٦٠  
درجة : شه او

$$\text{شه} = \frac{٣٦٠ \times ١}{٤٩ \text{ ر } ٤٨ \text{ ر } ٥ \text{ ر } ٣٦٥} = ٣٣ \text{ ر } ٨ \text{ ثانية ر } ٥٩ \text{ دقيقة}$$

يساوي حركة الشمس في اليوم الواحد

وحيث علم مقدار السنة الشمسية ٣٦٥ يوم و ٥ ساعات و ٤٨ دقيقة  
و ٩ ثانية وان في كل أربع سنوات يتكون من كسور السنة الشمسية  
الذي هو ٩ ثانية و ٤٨ دقيقة و ٥ ساعات فاذا ضرب هذا المقدار  
في أربعة سنوات ينتج ٣٦ ساعة و ١٥ دقيقة و ٣٦ ثانية وهذا  
المقدار ينقص عن اليوم الواحد بقدر ٤٤ دقيقة و ٤ ثانية ولهذا  
السبب يختلف ميل الشمس من سنة الى سنة وسيأتي تصحيح ميل الشمس



بواسطة ما ذكر

\*(القمر)\*

٢٩ القمر هو جرم كروي غير صادق الكروية وجرمه يساوي جزءاً واحداً من تسعة وأربعين جزءاً من جرم الأرض ويحيط بسيره حول الأرض قطعاً ناقصاً وهو في حده ذاته مظلم الجسم وانما يكتب الاستضاءة من شعاع الشمس ويقطع على محيطه في كل يوم ١٣ درجة و ١٧ من مائة فإذا قسمنا ٣٦٠ درجة على حركته اليومية التي هي ١٣ درجة و ١٧ من مائة ينتج خارج القسمة يساوي ٢٧ يوماً وثلاث يوم وفي هذه المدة يكون نوره ظاهراً وحيث كانت الشمس تقطع في كل يوم على دائرتها نحو درجة فإذا طر حنا حركة الشمس من حركة القمر اليومية يكون الباقي ١٢ درجة و ١٧ من مائة وإذا قسمنا ٣٦٠ درجة على ١٢ درجة و ١٧ من مائة وحول خارج القسمة إلى أيام وساعات ينتج مقدار ٢٩ يوم و ١٢ ساعة و ٤٤ دقيقة وهو مقدار الشهر القمري أعني من وقت اجتماع القمر بالشمس في أول مرة ويدور المحيط ويجتمع معه مرة ثانية تقضي عليه المدة المذكورة ومن ذلك يجعل الشهر القمري مرة ٢٩ يوماً ومرة ثلاثين يوماً وبيانه كما في شكل (٣)

ومن حيث أنه في وقت اجتماع القمر مع الشمس يحجب نور القمر عن سطح الأرض ويكون القمر والشمس في الاجتماع أو القران ولا يظهر الا اذا انفصل بأحد اجرائه من الشمس فيرى الجزء المستضيء بالشمس ولا يزال يزداد نوره حتى اذا قطع ربع محيطه فيرى ربع نور، ويسمى ذلك بالتربيع الأول واذا قطع نصف المحيط واستقبل الشمس بأحد جهتيه فانه يرى بدرًا واذا قطع ثلاثة ارباع محيطه يظهر ربع نوره ويسمى التربييع الأخير واذا اجتمع بالشمس يحجب نوره كما تقدم وبيانه كما في شكل (٥)

\*(في الكسوف)\*

٣٠ كسوف الشمس يقع متى توسط القمر بينها وبين الأرض وكسوف القمر يصير متى توسط جسم الأرض بين القمر والشمس وأوقات عاينها ظاهراً واذا كان ذلك يلزم كسوف الشمس في كل شهر وقت القران والاجتماع

وأيضا يقع خسوف القمر وقت الاستقبال مع ان الحسوك وفات غير ذلك  
ولا تقع الاحيانا وذلك لان مدار الارض ليس هو مدار القمر بل ان مدار  
القمر هو ماثل على وسط فلك البروج بقدر خمس درجات وقاطع لها في نقطتي  
الرأس والذنب فاذا كان القمر في الاجتماع على الخط المستقيم فانه تارة  
يكون فوق الخط الواصل بين الشمس والارض وتارة تحته وان اشعة  
الشمس حينئذ تكون غير محجوبة فلا يقع الكسوف الا في صورة وجود  
القمر في أحد نقطتي الرأس والذنب أو قريبا من أحدهما وقت القران  
والاستقبال والكسوف المذكور اما ان يكون كليا أو جزئيا والاول اذا  
حجب ظل الارض سائر بسيط جرم القمر والثاني اذا لم يحجب ظل الارض  
الا جزأ منه وخسوف القمر على امر واحد عند سائر أهل الناحية التي تراه  
وقت شروعه في الخسوف وكذلك كسوف الشمس تارة يكون كليا وتارة  
يكون جزئيا أو ذات حلقة فانه لم يحجب القمر الاجزاء من بسيط الشمس كان  
الكسوف جزئيا واذا صادف مركز القمر مركز الشمس والموضع الذي  
يرصد فيه الكسوف كان الكسوف كليا أو ذات حلقة لان الارض اذا كانت  
في البعد لا تبعد والقمر في نقطة الخسوف فانه يصغر حجم الشمس في رأى  
العين اشد بعدا عنه واذا كانت الارض في بعدهما الاقرب والقمر  
في نقطة الاوج فيصغر جرمه ولا يحجب بسيط الشمس جميعه وترى من  
أطرافها كالحلقة وليس هذا الكسوف والخسوف مقصورا على الشمس  
والقمر بل يكون في غيرهما من الكواكب السيارة وفي سائر الكواكب  
التي تكون محجوبة عن الشمس بنجم آخر

\*(في الكواكب السيارة)\*

٣١ الكواكب السيارة معلومة عند أهل الفلك من قديم الزمان وهي  
سبعة كواكب على قول متقدم هي أهل الفلك على ان القمر محسوب منها وأما  
قول المتأخرين ان عدد الكواكب السيارة ستة ماعدا القمر فانه من سيارة  
السيارة لانه يدور حول الارض التي هي كوكب سيار حول الشمس ثم  
وجد المتأخرون خمسة كواكب آخر فصار المجموع إحدى عشر كوكبا وهي  
عطارد والزهرة والارض والمريخ والمشتري وزحل وهي الكواكب المعروفة

قديمًا وأما الكوكب المستجدة فهي بحجرة السيارة وقرينة المشرق  
والسبيلة وأبو الفالح والسما

\*(في بيان عرض الكوكب)\*

٣٢ عرض الكوكب هو مقدار القوس الذي يؤخذ من دائرة العرض  
المارة بالكوكب ومحصور بين مركز الكوكب ودائرة مسير الشمس  
وحيث كانت الشمس دائماً مارة على دائرة الكسوف ولا تنفك عنها  
فلا يوجد لها مقدار عرض ولا يوجد لها الاطول فقط

\*(في بيان طول الكوكب)\*

طول الكوكب هو قوس يؤخذ من دائرة مسير الشمس ومحصور بين  
برج الحمل ودائرة الميل المارة بالكوكب ثم ان طول الكوكب يعتبر  
من صفر درجة الى ٣٦٠ درجة اعني بعدد برج الحمل على محيط الدائرة  
الكسوفية الى مركز الكوكب

\*(في بيان ميل الكوكب)\*

٣٣ ميل الكوكب هو قوس يؤخذ من دائرة نصف النهار المارة  
بالكوكب ومحصور بين مركز الكوكب ونقط الاستواء فاذا كان  
الكوكب يوجب في شمال خط الاستواء فيكون ميله شماليا وان وجد  
في جنوب خط الاستواء فيكون ميله جنوبيا أما اذا كان الكوكب على خط  
الاستواء فانه ينعدم مقدار ميله كليا ومن ذلك اذا كانت الشمس في إحدى  
نقطتي الاعتدالين اعني نقطتي الحمل أو الميزان فانه ينعدم ميلها ويستوى  
الليل والنهار وأما اذا كانت الشمس في إحدى نقطتي الانقلابين فيوجد  
غاية ميلها ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة والشمس تمكث في شمال خط  
الاستواء ستة شهور وتمكث في جنوبه ستة شهور وآخر

\*(في بيان مطلع مستقيم الكوكب)\*

٣٤ مطلع مستقيم الكوكب هو مقدار القوس الذي يؤخذ من خط  
الاستواء وهو محصور بين نقطة الحمل ونقطة تقاطع دائرة الميل المارة  
بالكوكب مع خط الاستواء وبعد مطلع مستقيم الكوكب من ابتداء  
برج الحمل أي صفر درجة أرض فرساعة الى غاية ٣٦٠ درجة أو ٣٤



ساعه ومن ذلك يعلم ان جميع الكواكب التي تكون على خط نصف نهار  
واحد فان مطالعها المستقيمة تكون متساوية

\*(تنبيه)\*

يعلم مما تقدم انه اذا علم عرض وطول الكوكب يمكن تعيين موقعه على سطح  
الكرة وكذلك اذا علم مطلع مستقيم الكوكب وميله او اذا علم ميل  
الكوكب وطوله

وكيفية تعيين محل الكوكب بالوجه الاول ان تعد اول مقدار طول  
الكوكب على دائرة الكسوف مبتدئا من برج الحمل وتضع ابرة قائمة  
ثم تحر من موقع الابرة بدائرة تكون عمودا على دائرة الكسوف الى جهة  
القطب الذي يوجد فيه الكوكب ويؤخذ عليها مقدار عرض الكوكب  
وفي انتهاء ذلك العدد يكون محل الكوكب المطلوب

والعمل بالوجه الثاني تأخذ مقدار مطلع مستقيم الكوكب من دائرة خط  
الاستواء مبتدئا من برج الحمل الى جهة محل الكوكب وتضع ابرة قائمة ثم  
تحر منها بدائرة نصف نهار تكون عمودا على خط الاستواء ثم تعد عليها مقدار  
ميل الكوكب من جهة خط الاستواء وفي انتهاء عدد مقدار الميل فانه  
يوجد موضع الكوكب المطلوب

والعمل بالوجه الثالث تعد طول الكوكب من دائرة الكسوف مبتدئا من  
برج الحمل الى جهة موضع الكوكب وتضع ابرة قائمة ثم تحر منها دائرة نصف  
نهار تكون عمودا على خط الاستواء وتعد منها مقدار الميل وبانتهاء العدد  
يوجد محل الكوكب المطلوب



(تابع الجدول السابق) \*

| حركة في ابل السنوي |       | مبل الصكوك |      | حركة اطلال السنوي |       | اطال المستقيمة |      | اسماء الصكوك |
|--------------------|-------|------------|------|-------------------|-------|----------------|------|--------------|
| ع                  | ثانية | س          | هـ   | ع                 | ثانية | س              | هـ   |              |
| -                  | ٤٦١   | ٤٠٦٧       | ٤٠٦٧ | ٤٠٦٧              | ٤٠٦٧  | ٤٠٦٧           | ٤٠٦٧ | رجلوس        |
| -                  | ٩٣٧   | ١٨٠        | ١٨٠  | ١٨٠               | ١٨٠   | ١٨٠            | ١٨٠  | السنبلة      |
| -                  | ٨٤٦   | ٨٨٠        | ٨٨٠  | ٨٨٠               | ٨٨٠   | ٨٨٠            | ٨٨٠  | منسك الزامع  |
| +                  | ٤٢٢   | ٠٩٠        | ٠٩٠  | ٠٩٠               | ٠٩٠   | ٠٩٠            | ٠٩٠  | الطائر       |
| +                  | ٦٩٩   | ٩٢٠        | ٩٢٠  | ٩٢٠               | ٩٢٠   | ٩٢٠            | ٩٢٠  | الزنب        |
| +                  | ٩٦٤   | ١٨٠        | ١٨٠  | ١٨٠               | ١٨٠   | ١٨٠            | ١٨٠  | فم الحوت     |
| +                  | ٤١٧   | ٤٩٠        | ٤٩٠  | ٤٩٠               | ٤٩٠   | ٤٩٠            | ٤٩٠  | السفينة      |
| -                  | ٨٤٩   | ٠١٤        | ٠١٤  | ٠١٤               | ٠١٤   | ٠١٤            | ٠١٤  | سبل الباني   |



• (تتبعه) •

اعلم ان هذا الجدول الموضوع فيه أسماء الكواكب ومطالعها المستقيمة وميلها وحركة الطالع وحركة الميل السنوية فالذي موضوع على ميله حرف يتبعه يدل على ان ميله شمالي والذي موضوع عليه حرف ج يدل على ان ميله جنوبي وهذا الجدول معمول لسنة ١٨٧٤ مصادفه من ابتداء شهر يناير وان هذا الجدول ينفع لاستخراج الطالع المستقيمة وميلها في السنين التي تأتي بعد سنة ١٨٧٤ وذلك بان يطرح تاريخ سنة ١٨٧٤ من تاريخ السنة التي يراد فيها استخراج الطالع المستقيمة والميل والباقي يضرب في الحركة السنوية سواء كان في حركة الميل أو في حركة الطالع ثم يضم أو يطرح حسب العلامة الموجودة في الجدول للطالع المستقيمة والميل والنتيجة يكون مطالعا مستقيما أو ميل الكوكب المراد استخراج مطالع مستقيمة وميله

مثال ذلك اذا اريد استخراج مطالع مستقيم نجم كسرويه في سنة ١٨٧٦ في شهر يوليو بطرح اول تاريخ سنة ١٨٧٤ من تاريخ سنة ١٨٧٦ في شهر يوليو فيكون الباقي سنتين وستة شهور اثنى سنتين ونصفا فيضرب في ثواني و٤٤٠ اعشاري من ألفا الحاصل يوجد ثواني فيضرب على صفر ساعة و٣٣ دقيقة و٢٢ ثانية فيصير الحاصل صفر ساعة و٣٣ دقيقة و٣٠ ثانية وهذا يساوي مطالع مستقيم النجم المذكور في سنة ١٨٧٦ في شهر يوليو وكذلك يضرب سنتين ونصف في الحركة السنوية للميل وهي ١٩ ثانية و٨٠ اعشاري من مائة فينتج ٤٩ ثانية ومن عشرة فيضرب على ميل الكوكب وهو ٥٥ درجة و٥٠ دقيقة و٥٤ ثانية فيصير الحاصل ٥٥ درجة و١٤ دقيقة و٤٣ ثانية ومن عشرة وهذا يكون مساويا للميل نجم كسرويه سنة ١٨٧٦ شهر يوليو وقس على هذا باقي الكواكب

• (في بيان عرض الاماكن الارضية) •

٤٥٥ عرض المكان هو عبارة عن بعد المكان المذكور عن خط الاستواء وهو مأخوذ من دائرة نصف النهار المارة به أو هو يساوي القوس المأخوذ من دائرة نصف النهار المارة به من خط الاستواء " هـ ارق " نصف

الرأس أو أنه يساوى ارتفاع القطب عن الافق والعرض المذكور وتارة  
يكور شمالاً وتارة يكون جنوبياً فان كان المكان في شمال خط الاستواء  
فعرضه شمالي وان كان في جنوب خط الاستواء فعرضه جنوبي  
والعرض المذكور يعد من صفر درجة من جهة خط الاستواء الى ٩٠  
درجة أعني الى القطب

و بيان ذلك نفرض ان دائرة ا ب ج د كافي شكل (٤) هي دائرة نصف  
نهار المكان وخط ا ب الافق ونقطة ج سمت رأس الارض ونقطة د  
سمت القدم ونقطة ه القطب الشمالي ونقطة و القطب الجنوبي و هو  
محور العالم وحيث كان خط الاستواء عموداً على محور العالم فادايكون  
ر ح خط الاستواء السماوي عموداً على و و يكون قوس ا ب ج  
يساوي قوس ه ر لان كلاهما ربع محيط فاذا طرحنا قوس  
ه ج المشترك فيكون الباقي ا ه يساوي لقوس ج ر أعني ان  
ارتفاع القطب عن الافق يساوي انخفاض خط الاستواء السماوي  
عن سمت الرأس وكل قوس منهم يساوي بعد المكان عن خط الاستواء  
(تنبيه)

اعلم ان جميع الأماكن والبلدان التي توجد على خط واحد من موازى خط  
الاستواء فان عروضهم تكون متساوية  
(في طوول الأماكن الارضية)

٣٦ طول المكان هو مقدار القوس الذي يؤخذ من خط الاستواء وهو  
محصور بين دائرة نصف نهار المكان ودائرة نصف نهار البلاد المعبر عنها  
طاول فان كان ذلك المكان يوجد في جهة مشرقه ويكون طوله شرقياً وان  
كان في جهة مغربه فكون طوله غربياً والطول يعد من كل جهة من خط  
نصف نهار المكان المعبر عنها طاول الى ١٨٠ درجة من كل  
جهة والمعبر في رقة ساكنة طاول عند دولة الانكاز نصف النهار  
الاربع مائة فريو ويحرف نصف نهار المسار مدينة باريس عند أهل فرنسا ثم  
نصف النهار المسار مدينة كاديس عند أهل اسبانيا وأما عند الاسلام  
فرادهم الله قوة وفيها كان قديماً طاول نصف نهار المسار بجزائر

الحالات والآن صار اعتبار مبدأ الطول نصف نهار بمدينة قسطنطينية  
وعنى هذا فإنه يمكن اعتبار كل نصف نهار مبدأ طول المكان المار به  
نصف النهار المذكور

\*(تنبيه)\*

اعلم ان خط نصف النهار المار بمدينة بار بن يوج - دقي شرق نصف  
نهار غروب مجع بعدد اعنه بمقدار درجتين و ٢٠ دقيقة وبهذا الفرق  
يمكن تحويل الطول المأخوذ من نصف نهار بار بن الى طول مدينة  
غروب وذلك بضم الفرق المذكور على الطول المعتبر من نصف نهار بار بن  
وبالعكس

(وحيث ان كل بلد من الارض يكون له طول خاص  
النهار المارة بها وهذه الدوائر مخرجة من قطبي الارض وتلك طول  
الاماكن تؤخذ على خط الاستواء ومن كون صار جعل دوائر انصاف  
النهار في البحر بمدة البحرية من انحرافها مستقيمة ومارة من واسم الدرج  
وبما ان هذه ابعضها فانها تقسم جميع المصوبات اواز بمدة خط الاستواء  
في اقسام تكون مساوية لافرام خط الاستواء وبهذا يصير تقاسيم درج  
الطول كلها منساوية وانما ان درج انحرافها تصير مختلفة  
الاقسام بسبب احتداد قطبي الارض ووجوب تقسيمها في اقسام  
واسم الدرج ياتي في هذا التمهيد وضع جداول من انحراف رص  
بكل واحد من هذه الجداول تحتوي على مقادير الارتفاع لكل درجة  
وهي من صغر درجة الى درجة ٩٠ ووجه تسميتها انهم قد اطلقوا على  
التي بها ان تقسم الزمن)

تذكر ان كل ما تقدم ان اليوم المسمى اربع وعشرين ساعة من وقت  
نصف النهار الى وقت نصف الليل اليوم الذي بعده هو اليوم الذي  
روى عنه المصنف الى وقت نصف نهار اليوم الذي بعده وانما روي  
من روي غيره الى وقت غروبها في اليوم الذي بعده على  
هذا يصير اليوم الذي ساقده في اليوم الذي بعده  
اليوم الذي ساقده في اليوم الذي بعده



فاذا طرحنا من أيام وساعات اليوم الاعتيادي ١٢ ساعة فيصير محولا الى زمن فلكي واذا جمعنا الى وقت اليوم الاعتيادي مدة ساعات شروق الشمس فانه يصير محولا الى ساعات اسلامية وعكس ذلك اذا اردنا تحويل الوقت الفلكي الى وقت اعتيادي او تحويل الوقت الاسلامي الى وقت اعتيادي

\*(في تحويل درج الطول الى ساعات)\*

٣٨ قد ذكرنا فيما تقدم ان الشمس والارض تقطع في حركتها اليومية محيط الدائرة الذي يساوي ٣٦٠ درجة في مدة ٢٤ ساعة واذا قسمنا ٣٦٠ درجة مقدار المحيط على ٢٤ ساعة ينتج ١٥ درجة اعني ما يخص الساعة الواحدة من الدرج واذا حولنا ١٥ درجة الى دقائق تصير ٩٠٠ دقيقة واذا قسمنا ٩٠٠ دقيقة على ٦٠ دقيقة مقدار الساعة الواحدة ينتج خارج ١٥ ساعة يساوي ١٥ دقيقة اعني ان كل دقيقة زمانية تساوي ١٥ دقيقة من دقائق الدرج وبمثل ذلك يصير كل ثانية واحدة من ثواني الساعات تساوي ١٥ ثانية من ثواني الدرج وهكذا الخ

وعلى مقتضى هذا اذا اريد تحويل ٦٢ درجة و ٢٠ دقيقة و ٥ ثواني الى ساعات ودقائق وثواني زمانية فنقسم ٦٢ درجة على ١٥ دقيقة ينتج مقدار اربع ساعات و يبقى درجتان من المقسوم فنحول الى دقائق ثم يضم اليها ٢٠ دقيقة الموجودة فيصير الحاصل ١٤٠ دقيقة ثم نقسم ١٤٠ دقيقة على ١٥ ينتج ٩ دقائق زمانية والباقي من المقسوم ٥ دقائق تضرب في ٦٠ ثم يضم اليه ٥ ثمانية الموجودة فيصير الحاصل ٥٤٥ ثانية و بقسمتها على ١٥ ينتج مقدار ٣٦ ثانية زمانية اعني ان ٦٢ درجة و ٢٠ دقيقة و ٥ ثمانية تساوي ٤ ساعات و ٩ دقائق و ٣٦ ثانية زمانية وعكس ذلك اذا اريد تحويل الساعات والدقائق والثواني الى جنس الدرج والدقائق والثواني (ولاجل) السهولة في العمل تضرب الثواني والدقائق والدرج في ٤ وقسم حاصل كل منها على ٦٠ (وهذه المساعدة) موافقة للمساعدة المتقدمة لاننا ذكرنا اننا صار تقسيم ثواني الدرج على ١٥ ينتج خارج الساعات ثواني زمانية وضرب الثواني المذكورة في ٤ وقسمتها

المحصل على ٢٠ التي هي مركبة من ضرب ٤ في ٥ وحذفنا ٤ من البسط  
والقسم تصير النواتج مقسومة على ١٥ كالاول وبمثل ذلك يصير الاثبات  
على الدقائق والدرج

\*(في بيان آلة الارتفاع وكيفية استعمالها)\*

٣٩ الآلات المستعملة لاختبار ارتفاعات الكواكب توجد على ثلاثة  
اصناف (الاولى) الآلة الثمينة وتسمى باللغة الافرنجية اوانانت وهي التي  
قوسها ٤ درجه (والثانية) الآلة السدسية وتسمى سكستان وقوسها  
يساوي ٦ درجه أو ٧٥ درجه (والثالثة) الدائرة ومحيطها يساوي  
٣٦٠ درجه والآلة المذكورة هي مصنوعة على شكل قطاع دائرة مصنوع  
من خشب متين ذو صلابة أو أنرا تكون مصنوعة من النحاس وحيث  
كان مقدار الارتفاع المأخوذ منها يساوي ضعف قوسها الأصلي كما سيأتي  
بيانه فن ذلك صار تقسيم قوس الآلة الذي أصله ٤٥ درجه الى ٩٠  
درجه والقوس الذي أصله ٦٠ درجه صار تقسيمه الى مائة وعشرين  
والذي أصله ٧٥ درجه صار تقسيمه الى ١٥٠ درجه كافي شكل  
(٦) والآلة المذكورة يوجد لها مسطرة متصلة معها في رأس القطاع  
في دائرة من نحاس بحيث أنها تتحرك على سطح القطاع المماس له وفي  
رأسها مرآة مستطيلة مصنوعة بالزئبق مجهزة لانعكاس صورة  
الكواكب فيها وهي قائمة عمودية على سطح القطاع كما يرمز لها بحرف ج  
في الشكل المذكور ويوجد على نصف قطرها الثاني مرآة أخرى صغيرة  
عمودية عليه مقسومة الى قسمين قسم أعلى وقسم أسفل والأسفل مصنوع  
بالزئبق فقط بحيث أنه لا يحجب الأشياء التي تنظر فيه ثم وضع خلفها وأمامها  
اربعة مربعات زجاج ملون لاجل منع حرارة الشمس ويوجد على نصف  
قطرها الاول المرزوله بحرفي ا ج قائم من نحاس مفتوح لينظر منه  
الكواكب والآلة المذكورة يقسم قوسها ٩٠ درجه أو ٣٠  
درجه أو ١٥٠ درجه وكل درجه يصير تقسيمها امان ثلاثة اقسام  
أو اربعة اوسمة فاذا كانت الدرجة الواحدة تقسم الى ثلاثة اقسام  
متساوية فيقسم قوس المسطرة الاسماء بالعضاضة الى ٢ قسم وكل قسم

يعتبر دقيقة ثم يقسم كل قسم منها الى قسمين كل قسم يكون ٣٠ ثانية واما اذا صار تقسيم قوس الدرجة الواحدة الى اربعة اقسام متساوية فيصير تقسيم قوس العضاضة الى خمسة عشر قسما كل قسم يعتبر دقيقة وكل دقيقة تقسم كل قسم من تلك الاقسام الى اربعة اقسام كل قسم يساوي ١٥ ثانية واذا صار تقسيم الدرجة الواحدة الى ستة اقسام متساوية يصير تقسيم قوس العضاضة الى عشرة اقسام متساوية كل قسم يعتبر دقيقة وكل دقيقة تقسم الى ستة اقسام متساوية كل قسم منها يساوي عشرة ثواني ثم يصير ترقيم صفر درجة على خط صفر قوس السكستان ويرقم على الدرجة الخامسة خمس درجات وعلى العاشرة عشر درجات وهكذا الى آخرتها القوس

\*(في كيفية تصحيح آلة السكستان)\*

١. أولا يلزم تصحيح الآلة المذكورة بالاوجه الآتية وهو ان يصير وضع الآلة في يد الراصد المستري حائكة كونها مسطحة ورأسها الى جهة الراصد ويوضع العضاضة في وسط القوس ثم ينظر بانحناء بصره الى سطح المرآة المستطيلة فيرى نصف قوس الآلة في داخلها والنصف الثاني خارجها فاذا وجد القوسين المنظورين في مستوى واحد علم حينئذ ان المرآة المستطيلة تكون عمودا على سطح القطاع وان وجد طرفي القوس ليس في مستوى واحد فيصير تحريك المسامير التي خلفها حتى يرى طرفي القوس في سطح المستري المذكور

(التصحيح الثاني) ان يصير وضع صفر العضاضة منطبقا على خط صفر القوس ثم يضع الراصد الآلة في يد المستري وينظر الى الافق الطبيعي فيرى أحد جهتيه في الزجاجة السفلى المصنوعة بالزئبق والجهة الثانية في القسم الثاني فان وجد جهتي الافق في مستوى واحد علم ان المرآة الصغيرة تكون عمودية على نصف القطر ج ب وان وجد أحد جهتي القوس اعلى من الثاني فيلزم تحريك المسامير التي خلفها حتى يجعل طرفي الافق في مستوى واحد ويجعل الراصد نفسه متجها الى جهة الشمس ويتزل بعض الزجاجات الملونة التي توجد أمام المرآة الصغيرة والتي خلفها ثم ينظر الى الشمس فان وجد الشمسين منطبقتين على بعضهما فبذلك ان التصحيح الثاني كان صحيحا وان



وجود صورة شمسين احدهما أعلى والاخرى أسفل فيحرك المسامير التي  
خلفها حتى تنطبق احدي الشمسين على الاخرى وان وجد أن احدا الشمسين  
يمينا والاخرى شمالا فيلزم وضع المسامير الممددة للصحيح الثالث ويحركه الى  
ان تنطبق احدي الشمسين على الاخرى

\*(في معرفة غلط اقسام السكستان)\*

١ حيث كان قوس آلة السكستان وقوس العضاضة مقسومين الى  
اجزاء صغيرة فربما يوجد في التقاسيم عدم مساواة وعند اخذ ارتفاع  
الكوكب يصير الارتفاع المأخوذ مخالفا للارتفاع الصحيح بشئ يسير  
ويلزم معرفة هذا الغلط لاجل طرحه من الارتفاع المأخوذ وضعه عليه  
ولمعرفة ذلك يصير تطبيق خط صغير العضاضة على خط صغير القوس ثم ينزل  
بعض الزجاج الملون الموجود أمام المراة الصغيرة وخلفها ثم ينظر الراصد  
الى الشمس ويحرك مسامير العضاضة الى ان يرى الشمس المتحركة مماسة  
للشمس الثابتة ثم يعد الدقائق التي توجد خلف صغير العضاضة أو أمامه  
وايضاً يحرك مسامير العضاضة الى أن يمس محيط الشمس المتحركة بمحيط  
الشمس الثابتة من جهة العلو ويعد الدقائق التي توجد ثم يطرح دقائق  
الثاني من دقائق الاول وينصف الباقي فيكون ذلك هو الغلط الموجود  
بالسكستان فان كان ذلك الغلط في التأخير فيلزم وضعه على الارتفاع المأخوذ  
وان كان تقديماً يلزم طرحه من الارتفاع المأخوذ

\*(في خاصية انعكاس شعاع الكواكب في المراى المذكورة)\*

٢ ان الخط الشعاعي الواصل من الكواكب الى سطح المراة المستوية يحدث  
مع الخط المار بسطحها زاوية تساوي مساوية للزاوية الحادثة من الخط  
الشعاعي المنعكس في سطح المراة مع تقاطعه مع الخط المبعوث من نظر  
الراصد الى الكوكب شكل (٧)

ولا يوضح ذلك نقول ان كمية الضوء المنعكس من جسم تتعاني بطبيعة الحجم  
العاكس وبدرجة ميل الاشعة بالنسبة للسطح العاكس فقد علم بالتجربة  
ان الزئبق يعكس الضوء أحسن من المائعات الاخر وان السطح الصقيل  
يعكس أكثر من السطح الغير الصقيل وذا قيل ان الاشعة بالنسبة للسطح

العاكس ظاهر فان شدة الاشعة العمودية اعظم من شدة الاشعة المائلة  
وكيفية انعكاس الضوء على المرآة المستوية يسهل بما ذكرنا ولنعتبر أولاً  
كوكب ز أمام المرآة المستوية وهي  $\Gamma$  ب ثم ننزل من نقطة ز عموداً على  
ب  $\Gamma$  ونغده الى الجهة الاخرى ونأخذ  $\Gamma$  ر يساوي  $\Gamma$  ز فن ذلك  
يحدث مثلث  $\Gamma$  ز  $\Gamma$  ر يساوي مثلث  $\Gamma$  ر لان  $\Gamma$  مشترك  
بينهما والضلع ز  $\Gamma$  يساوي  $\Gamma$  ر بالعمل والزاوية ر  $\Gamma$  ب تساوي  
زاوية ز  $\Gamma$  ب لان كلا منهما قائمة ومن ذلك تكون زاوية ز  $\Gamma$  ب  
تساوي زاوية  $\Gamma$  ب ر وزاوية  $\Gamma$  ب ر تساوي زاوية و  $\Gamma$  ب  
لتقابلهما بالرؤس فتكون زاوية و  $\Gamma$  ب تساوي زاوية ز  $\Gamma$  ب  
وحيث ان المرآتين ع و  $\Gamma$  هما متوازيان فتكون زاوية  
ع  $\Gamma$  ب تساوي ز ع ل وزاوية و  $\Gamma$  ب تساوي ل زاوية ز  $\Gamma$  ب  
الاصالية فمن ذلك يعلم ان زاوية الارتفاع ز ع ل هي نصف مجموع  
الزاويتين ز  $\Gamma$  ب و و  $\Gamma$  ب شكل (٧)

وحيث كانت الزاوية ز  $\Gamma$  ب الارتفاعية تساوي ل زاوية و  $\Gamma$  ب  
التي تكون من الخط الشعاعي الواصل بين المرآة المستوية والمرآة الصغيرة  
والخط الشعاعي الذي صار انعكاسه لنقطة و ومن ذلك يفهم ان مقدار  
الارتفاع المأخوذ من احد الكواكب يكون ضعف القوس المنسوب لمحيط  
الدائرة أعني اذا كان قوس السكستان اصله ه درجة فانه يعتبر ه  
درجة في التقسيم واذا كان اصله ١٠ درجة يصير عند التقسيم ٢٠ درجة  
واذا كان ٧٥ درجة يقسم ١٥٠ درجة وهكذا

\*(في كيفية اخذ ارتفاع الكوكب)\*

٣٣ يلزم قبل الشروع أن يصير تصحيح السكستان بالتصحيحات التي ذكرت  
سابقاً ثم يصير استخراج مقدار غلط التقاسيم التي يوجد بها وبعد ذلك  
يضع الراصد السكستان بيده اليسرى بشرط أن تكون الآلة المذكورة  
عموداً على جسمه ثم يتجه الى جهة الكوكب بعد تنزيل بعض الزواجات  
المؤنة التي توجد أمام المرآة الصغيرة والتي خلفها ويحرك المضاضة الى  
أن يرى محيط الكوكب مماساً بالنقطة في الافق سواء كان الناس بجده

الكوكب الاسفل أو محيطه الأعلى ولاجل تحقيق نقطة القياس بالافق يميل  
الراصد يمينا وشمالا حتى انه يرى محيط الكوكب مماسا للافق في نقطة  
واحدة و بعد ذلك يصير تعداد درج قوس السكستان الذي يوجد على يمين  
خط صفر العضاضة ثم ينظر الى خط الصفر المذکور کم فأت من أقسام  
الدرجة الواحدة فان فأت قسم واحد ووجد في القسم الثاني وكانت أقسام  
الدرجة ثلاثة فيحسب القسم الواحد بعشرين دقيقة وياخذ كسور الدقائق  
من تقاسيم قوس العضاضة اعني انه ينظر الى خط صفر العضاضة هو  
محاذي لاي خط من خطوط أقسام قوس السكستان و بعد الدقائق  
المسبوقة عن خط الصفر ويضمها على عشرين دقيقة التي هي مقدار القسم  
الواحد واذا كان خط صفر العضاضة فأت قسمين ووجد في القسم الثالث  
فيكون مقدار القسمين المذکورين ٤ دقيقة ثم ياخذ كسور الدقائق  
من قوس العضاضة اعني يصير تعداد دقائق قوس العضاضة من عند  
الصفر الى حد الخط المحاذي لخط قوس أحد أقسام تقاسيم السكستان ثم  
يجمع ما وجد من الدقائق المأخوذة من أقسام قوس العضاضة على ٤  
دقيقة التي هي مقدار القسمين المأخوذين من أقسام الدرجة فالحاصل من  
ذلك يكون مقدار الارتفاع المطلوب

\*( في بيان الافق الصناعي وكيفية أخذ الارتفاع عليه ) \*

٤ الافق المذکور مصنوع من قطعة زجاج مسودة اللون مستديرة  
أو مستطيلة الشكل مطروقة داخل شبر فحاس له أربعة قوائم معلقة  
وهذا الافق يصير وضعه على مكان مستوي السطح ثم يصير موازاته للافق  
الارضى بواسطة أنبوبة النسوية وهي عبارة عن ماسوره داخلها روح  
العرق اروح الزاج وبها جزء خالي للهواء و بعد أن يصير وضع سطح الافق  
الصناعي موازيا للافق سطح الارض يتجه الراصد الى الافق المذکور  
ويدها آلة السكستان ويتأخر عن الافق حتى يرى صورة الشمس عريضة  
في سطحه ثم يوجه السكستان بعد تنزيل ما يلزم من الزجاج الملون ويحرك  
العضاضة الى أن يرى صورة الشمس المتحركة في وسط سطح الافق ومن  
محيطها الاسفل أو الأعلى بحيط الشمس المرتبة سابقا في سطح الافق ثم بعد



درج ودقائق الارتفاع كما تقدم وعقدار هذا الارتفاع يؤخذ نصفه  
فيكون هذا النصف هو مقدار الارتفاع المطلوب لان سطح هذا الافق هو  
من نوع المراتبي التي تنعكس فيها صور الكواكب ومن ذلك يكون الارتفاع  
المأخوذ عاينه عن الارتفاع الذي يؤخذ على الافق الطبيعي ويجوز عمل  
الافق الصناعي من زئبق يصب في حوض مصنوع من خشب أو حديد  
بحيث يصير موضعه على سطح الارض ولا يلزم موازاته للافق الارضي لانه  
يستوي ويوازي الافق الارضي بنفسه بدون عمل ثم يؤخذ عاينه الارتفاع  
كما تقدم

«(في تحويل الارتفاع المأخوذ الى حد مركز الكوكب)»

٤٠ من حيث ان الارتفاع المأخوذ هو من حد محيط الكوكب الى سطح  
الافق وهذا الارتفاع يلزم تحويله الى مركز الكوكب فيضم فيه مقدار  
الكوكب في نوع من هذه الحسابات ما يؤخذ الارتفاع المذكور فان كان  
جري أخذ من محيط الكوكب من جهة الاسفل فيضم نصف قطر  
الكوكب على الارتفاع المأخوذ وان كان الارتفاع المأخوذ من المحيط  
الاعلى فانه يطرح مقدار نصف القطر من الارتفاع المذكور وقد وجد  
بالتجربة ان مقدار قمار الشمس وهي في المكان الابعد من الارض يساوي  
٣٢ درجة و٦٣ دقيقة وقطرها وهي في بعدها الاقرب الى الارض  
يساوي ١٤ درجة و٣٢ دقيقة وقد صار وضع نصف قطر الشمس  
والقمر في جداول الموعود يتم بحاذ بالايام السنة (وبيان ذلك) اذا  
ترضنا ا ب د سطح الكرة الارضية و ج مركزها و ه و الافق  
الحقيقي و ت ق الافق الطبيعي الموازي له والراصد كائ في نقطة ب  
والشمس في نقطة ح ونقطة د من المحيط الاسفل ونقطة ط  
من المحيط الاعلى كفي شكل (٩)

١٠ اخرى أخذ ارتفاع الكوكب من محيطه الاسفل اعني أنه اذا صار مس  
نه الى اعلى نقطة د الى نهاية الافق في نقطة ق فيكون الارتفاع  
المأخوذ ا و ق د لاجل أن يصير مستويا ق ح يلزم ضم نصف  
القطر د ق الى الارتفاع المأخوذ حتى انه يساوي ق ح اعني من الافق

محمد مرکز الیکٹرونک

\* (4.4.13) \*

ولا جيل معرفة قطار الشمس بواسطة آلة السكستان أولا يصير وضع صفر  
العضاضة على صفر القوس ثم ينزل بعض ما يوجد من الزجاج المائون الذي  
أمام المرآة الصغيرة وخلفها ويجه الراصد لجهة الشمس فيجده شعسين  
منطبقتين على بعضهما وإذا حرك العضاضة يرى إحدى الشمسين قد  
انفصلت عن الثانية فيمس محيط الشمس المتحركة بحيط الشمس الثابتة  
سواء كان ذلك من جهة أسفلها أو من جهة أعلاها ويصير عدد الدقائق  
التي توجد في قوس السكستان فذلك هو مقدار قطار الشمس

• (في بيان ارتفاع الافق) •

٤٤ من كون ان كل نقطة كائنة على سطح الارض يوجد لها أفق طبيعي وان كل شخص يصير مرتفعا عن سطح الارض يرى له أفق يكون عماسا لسطح الارض فعلى ذلك الارتفاع الذي يؤخذ من الكوكب بالنسبة لارتفاع المكان فانه يزيد مقداره عن الارتفاع الذي يؤخذ والراصد على سطح الارض وبهذا السبب يلزم طرح حصة ارتفاع الافق من الارتفاع المأخوذ ومقدار حصة الارتفاعات التي تؤخذ على اماكن مرتفعة موجودة في كتاب اللوغاريتم محروا به مقادير ارتفاعات الاماكن وحصة مقادير تلك الارتفاعات من الدقائق (ويبانه) اذ امرنا بمحروف  $\alpha$  ب  $\gamma$  و  $\delta$  لسطح الكرة الارضية ونقطة  $\beta$  مركزها و  $\epsilon$  و  $\zeta$  القبة الفلكية والشمس في نقطة  $\eta$  والراصد في نقطة  $\theta$  كما في شكل (١٠) وحيث ان يكون الافق المنظور بالنسبة لمحل الراصد المذکور عماسا لسطح الكرة الارضية في نقطة  $\phi$  ويكون على اتجاه خط  $\theta \phi$  والارتفاع الذي يؤخذ من محل الراصد المذکور يكون مساويا لقوس  $\theta \phi$  ولكن اذا كان الراصد المذکور واقفا في نقطة  $\beta$  على سطح الكرة فان الارتفاع الذي يؤخذ منه يكون مساويا ل  $\theta \phi$  ولذلك يلزم طرح  $\theta \phi$  من قوس  $\theta \eta$  ينتج قوس  $\eta \phi$  وهو مقدار الارتفاع بالنسبة للراصد الذي يكون في نقطة  $\beta$

\*( تنبيه )\*

واعلم ان حصة مقدار ارتفاعات الاماكن عن سطح الارض يعلم بواسطة  
راصدين أحدهما يكون على سطح الارض والثاني على مكان مرتفع بمقدار  
معلوم ثم ان الراصدين المذكورين يأخذان ارتفاعين من الماء في  
آن واحد ثم يتقاربان الى الفرق الذي يوجد بينهما فهو والذي يكون مقدار  
حصة ارتفاع المكان المذكور

\*( في بيان انعطاف شعاع الكوكب )\*

٧ حيث كانت الكواكب المستنيرة هي موجودة في طبقة لطيفة في الفراغ  
وانها ترسل اشعتها الى سطح الارض وقبل وصولها الى سطح الارض تنفذ  
من طبقة كثيفة وهي الطبقة المتكونة من البخيرة المتصاعدة من الارض  
مثل بخيرة الماء والدخان ومن هذا اذا كان شعاع الكوكب يتصل  
الى طبقة الهواء فيكون قد مر على سطح الارض فان تلك الاشعة  
تميل عن اعدادها الاصل ولا تكون على استقامة واحدة ومن المعلوم  
ان الكوكب لا يضيء بمسطة الكوكب بل بالاشعة التي فوقها وفيها  
توجد الكواكب فتمت طبقة الهواء فيكون كذا في الاشعة الكوكبية  
فيمتد الى طالة الاستقامة وعند وصولها الى الطبقة الكثيفة  
انكسار وميل عن اعدادها الاصل

ارويي نداء اذا من بحرف ا ه ب اسطح الكرة الارضية و ح  
ر ي سطح الطبقة الكثيفة وبحرف ن ش م طبقة الكواكب  
ونقطة ج مركز الارض ونقطة ح موقع الكوكب ونقطة د موقع  
الراصد ل ه الافق الطبيعي و م ن لاني الخميني ك  
في شكل ( ١٠ ) وحيث ان تكون اشعة الكوكب في سبيل وصولها الى الطبقة  
الكثيفة في نقطة و وينتقل الى جية الرصد الذي في نقطة د و  
تدورنا من ر على استقامته الى ن لاني فيكون الارتفاع  
المصور للراصد المذكور هو عبارة عن قوس ر و لكن الارتفاع  
المعروف هو من الكوكب الى حد الاتي عنى ل ح حيث  
لازم طرح ن من قوس ل فيصير الباقي ل ح وهو مقدار



الارتفاع المطلوب ويسمى بالارتفاع الظاهر  
وعلى هذا اذا كان الكوكب يوجد على سطح الافق فتزيد اشعته وتزيد  
مقاديرها ومن ذلك اذا كانت الشمس موجودة على الافق فيوجد مقدار  
انعطاف شعاعها يساوي ٣٣ دقيقة و ٢٤ ثانية وكلما زاد ارتفاعها  
الى اعلى فانه ينقص مقدار الانعطاف حتى اذا كانت في سمت رأس الراصد  
فانه ينعدم مقدار ذلك الانعطاف (ولاجل الاختصار) قد صار وضع مقادير  
انعطاف شعاع الشمس والكوكب في جداول الاوغار يتم ومجملها معلوم  
وهو ان ينظر الى مقدار الارتفاع الظاهر ويؤخذ العدد المقابل له فان  
كان الارتفاع المذکور مأخوذاً من الشمس فالذي يوجد في خانة انعطاف  
شعاع الشمس يكون هو مقدار الانعطاف بين انعطاف الشعاع واختلاف  
المنظر وبطرح من الارتفاع دائماً ان كان الارتفاع المذکور مأخوذاً  
من النجم فيؤخذ المقدار الذي تحت خانة النجم ويطرح منه  
(في بيان اختلاف المنظر) .

[illegible]

ف التي هي على استقامة سمت رأس الراصد فيصير اختلاف منظر الكوكب منعدما وأما الوساو صمد الكوكب وهو على الافق في نقطة ر فيحدث زاوية ا ر ك تساوي مقدار اختلاف المنظر ومن ذلك يعلم انه اذا صار انخفاض الكوكب بجهة الافق فانه يزيد اختلاف المنظر ومتى صار ارتفاعه فانه يتناقص حتى اذا كان الكوكب في سمت رأس الراصد فيعدم اختلاف المنظر كليا

\*(والاثبات)\* على ذلك ان يقال اذا وجد ان اصد المذكور على استقامة كى الواصل من مركز الكوكب الى مركز الارض كما اذا كان في نقطة م فان الارتفاع الذي يؤخذ بالنسبة اليه يكون مساويا لقوس ي ر وأما الارتفاع المأخوذ من الراصد الذي في نقطة (ا) يكون مساويا هو ر كما ان زاوية م ر الخارجية تساوي لمجموع الزاويتين الداخلتين وهما اى م و م اى وحيث كان مقدار الزاوية م ر يساوي لقوس ي ر وقوس ي هو مقياس الزاوية ي ه المساوية لزاوية اختلاف المنظر فينبذ يجمع مقدارها الذي هو ي ه على الارتفاع المأخوذ الذي يساوي ر هو فيصير المجموع مساويا لقوس ر ي وهو المطلوب اعنى ان مقدار اختلاف المنظر دائما يضم على الارتفاع الظاهر والمحاضل يكون مساويا للارتفاع الصحيح

\*(تنبيه)\*

مقادير اختلاف المنظر محررة في كتاب الاوغاريثم ومحالها معلوم فيه تؤخذ من الكتاب المذكور وتضم كما تقدم وحيث علم مما تقدم ان الارتفاع الذي يؤخذ من الشمس أو من القمر يلزم تحويره الى مركز الكوكب وذلك انه يؤخذ مقدار نصف قطره من جدول ميل الشمس ويضم على الارتفاع المذكور ان كان مأخوذا من محيط الشمس أو القمر من جهة الاسفل وأما ان كان مأخوذا من المحيط الأعلى فيطرح مقدار النصف قطر المذكور وأما ان كواكب الاخر فلا يوجد لها اقطار

\*(مثال ذلك)\*

اذا كان ارتفاع الشمس المأخوذ من محيطها الاسفل يساوي ٨٠

درجه و ٣٠ دقيقة و غلط اقسام السكستان يساوي دقيقتين و ٢٠ ثانية تأخيرا والمطلوب تحويل ذلك الارتفاع الى ارتفاع صحيح وبيان

|                           | الارتفاع المأخوذ<br>من المحيط الاسفل | الارتفاع المأخوذ<br>من المحيط العالي |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| ارتفاع مأخوذ              | ٦٠ ٣٠ ٠٠                             | ٦٠ ٣٠ ٠٠                             |
| غلط السكستان ان كان تأخير | ٢ ٣٠                                 | ٢ ٣٠                                 |
| يضم وان كان تقديم يطرح    |                                      |                                      |
| نصف قطر الشمس محيط اسفل   | ٦٠ ٢٢ ٣٠                             | ٦٠ ٢٢ ٣٠                             |
| ضم محيط عالي طرح          | ١٥ ٥٠                                | ١٥ ٥٠                                |
| ارتفاع مركز               | ٦٠ ١٦ ٤٠                             | ٦٠ ٤٨ ٢٠                             |
| ارتفاع مكان الراصد ٢ قدما | ٤ ٢٤                                 | ٤ ٢٤                                 |
| دائما يطرح                |                                      |                                      |
| ارتفاع ظاهر               | ٦٠ ١٢ ١٦                             | ٦٠ ٤٣ ٥٦                             |
| انعطاف شعاع ناقص اختلاف   | ٢٩                                   | ٢٨                                   |
| منظر يطرح دائما           |                                      |                                      |
| ارتفاع صحيح               | ٦٠ ٤١ ٤٧                             | ٦٠ ٤٣ ٢٨                             |

\*(تنبيهان)\*

(الاول) اعلم ان الارتفاعات التي تؤخذ من كوكب الشمس أو القمر بواسطة السكستان فانما تؤخذ من محيطهما من جهة الاسفل أو من جهة الاعلى وتحويل بواسطة نصف قطرهما الى المركز ما عدا الكواكب الاخر فانه لا يوجد لها انصاف اقطار لانها تهرى صغيرة في الجرم بسبب بعدها عن الارض وانما يصير تصحيح ارتفاعاتها المأخوذة بواسطة المقادير المقابلة لارتفاع الاماكن عن سطح الارض وانعطاف شعاع الجرم واختلاف المنظر فقط



\*(التنبيه الثاني)\*

السكستان المذكورة هي وان كانت مستعملة لاخذ ارتفاعات الكواكب  
نستعمل ايضا القياس الزوايا وهو انه اذا اريد قياس الزاوية التي  
راسها في محل الراصد وضلعها احداهما واصل من نقطة الراصد الى أعلى  
شيء مرتفع وانما الى أسفل ذلك مثل عمود او برج او جبل (وكيفية)  
استخراج الزاوية المذكورة أن يصير أولا تطبيق صفر العضاضة على  
صفر القوس ثم يتجه الراصد الى جهة الشيء المرتفع ويرفع جميع الزجاج  
المائون ويتنظر لا على ذلك الشيء من داخل المرآة المصنوعة بالزئبق ثم يحرك  
العضاضة حتى يرى أعلاه على اللاق ثم يمد الدرج والدقائق فيكون  
ذلك هو مقدار الزاوية المقابلة للشيء المذكور

وأما اذا اريد معرفة قياس الزاوية التي رأس في محل الراصد وضلعها  
واحد من الساعات في صومير يصير الزئبق تطبيق صفر العضاضة على صفر  
القوس ثم يتجه الراصد الى أحد الميكانيك وهو واضع السكستان في يده  
مسطحة ثم يحرك العضاضة واذا رجح حركة المكان المذكور الى جهة  
المكان الثاني فانه يدور حتى يتحرك السكستان حتى ان المكان المتحرك ينطبق  
على المكان الثاني وان وجد أن حركة المكان المذكور الى الجهة المضادة  
لجهة المكان الثاني فانه ينظر أولا الى المكان الثاني ويحرك العضاضة  
على المكان الثاني حتى ينطبق على الأول او انه يضع السكستان في يده  
مقلوبة في الوضع ويهبط الى المكان الأول فانه يتحرك الى جهة المكان  
الثاني حتى انطبق المحل الأول على المحل الثاني فيصير تعداد الدرج  
والدقائق ويكون مساويا لمقدار الزاوية المذكورة وعلى مقتضى هذا  
ميراثين جميع اتجاهات الدنيا اذا كان أحد الاتجاهات كما أنه اذا  
كان من مكان ما الى مكان آخر فانه يعرف المشرق أو المغرب الحقيقي  
في ذلك الموضع السكستان في يده مسطحة كما ذكر ثم يحرك العضاضة وهو  
ناظر الى السكستان الى أن يرى يدور في العضاضة الى غاية  
الدرجة ويساوي المكان الذي وجد سد مكان خط عمال فيكون ذلك  
هو محل المشرق أو المغرب الحقيقي وبمثل ذلك يصير استخراج أماكن

## الاتجاهات الاخر

(في بيان اتجاهات الدنيا)

١٤ يتقسم محيط أفق الدنيا الى ٣٢ اتجاه وكل اتجاه يكون بعدا من الذي قبله بقدر ١١ درجة و ٥ دقيقه لاننا اذا قسمنا ٣٦٠ درجة مقسما ١١ محيط دائرة الافق على عدد ٣٢ اتجاها ما ينتج مقدار كل اتجاه ١١ درجة و ٥ دقيقه وانه على مقتضى ما تقدم ان اتجاهات الدنيا الاصلية هي اربعة اتجاهات وهي الشمال والمشرق والمغرب والمغرب وهذه الاتجاهات تقسم محيط دائرة الافق الى اربعة اقسام متساوية كل زاوية تساوي ٩٠ درجة فالزاوية الاولى هي من الشمال الى المشرق والثانية من المشرق الى المغرب والثالثة من المغرب الى الشمال والرابعة من الشمال الى المشرق (ثم) انه يوجد في منتصف الزوايا المذكورة اربعة اتجاهات اخرى والذي يوجد في منتصف الزاوية الاولى يسمى شمال مشرق والذي يوجد في منتصف الزاوية الثانية يسمى جنوب مشرق والذي يوجد في منتصف الزاوية الثالثة يسمى جنوب مغرب والذي يوجد في منتصف الزاوية الرابعة يسمى شمال مغرب ومقدار كل اتجاه فيها ساوي ٥٠ درجة ثم يتقسم كل واحد من هذه الاتجاهات الى اربعة اتجاهات اخرى كل واحد من هذه الاتجاهات يسمى بالالفاظ التركية والارمنية واليونانية واللاتينية والفرنسية والاسبانية والبرتغالية والى غير ذلك من اللغات التي هي في العالم والى غير ذلك من اللغات التي هي في العالم

شبهه بالارمنية

|    |               |                   |
|----|---------------|-------------------|
| ٥  | بارد          | ترمتانه           |
| ١٥ | بارد كونه بوز | ترمتانه كونه كونه |
| ٢٥ | بارد كونه بوز | ترمتانه كونه كونه |
| ٣٥ | بارد كونه بوز | ترمتانه كونه كونه |
| ٤٥ | بارد كونه بوز | ترمتانه كونه كونه |
| ٥٥ | بارد كونه بوز | ترمتانه كونه كونه |
| ٦٥ | بارد كونه بوز | ترمتانه كونه كونه |
| ٧٥ | بارد كونه بوز | ترمتانه كونه كونه |
| ٨٥ | بارد كونه بوز | ترمتانه كونه كونه |
| ٩٥ | بارد كونه بوز | ترمتانه كونه كونه |

\*(باقی اسماء الاتجاهات)\*

| اسماء الاتجاهات بالترکیه | شرحه بالافرنجیه       |
|--------------------------|-----------------------|
| کون کرته بویراز          | لوانته کرته کریغو     |
| کون                      | لوانته                |
| کون کرته کشلومه          | لوانته کرته اشلوک     |
| کون کشلومه               | لوانته اشلوک          |
| کشلومه کرته کون          | اشلوک کرته لوانته     |
| کشلومه                   | اشلوک                 |
| کشلومه کرته قبله         | اشلوک کرته میزه جورنو |
| قبله کشلومه              | میزه جورنو اشلوک      |
| قبله کرته کشلومه         | میزه جورنو کرته اشلوک |
| قبله                     | میزه جورنو            |
| قبله کرته لدوس           | میزه جورنو کرته لیج   |
| قبله لدوس                | میزه جورنو لیج        |
| لدوس کرته قبله           | لیج کرته میزه جورنو   |
| لدوس                     | لیج                   |
| لدوس کرته یاطی           | لیج کرته بوننته       |
| یاطی لدوس                | بوننته لیج            |
| یاطی کرته لدوس           | بوننته کرته لیج       |
| یاطی                     | بوننته                |
| یاطی کرته قره یل         | بوننته کرته مسیره     |
| یاطی قره یل              | بوننته مسیره          |
| قره یل کرته یاطی         | مسیره کرته بوننته     |
| قره یل                   | مسیره                 |
| قره یل کرته یلدر         | مسیره کرته ترمقانه    |
| یلدر قره یل              | ترmqانه مسیره         |
| یلدر کرته قره یل         | ترmqانه کرته مسیره    |



\*(في بيان البركيتة)\*

هـ من حيث ان السفائن التي يصير السفر بها من مكان الى مكان آخر على  
أحد اتجاهات الدنيا يلزم قياس المسافات التي تقطعها السفن المذكورة  
وهذه المسافات تقاس بواسطة آلة البركيتة التي ذكرت وهي عبارة عن شكل  
قطاع دائرة قوسه يساوي ربع المحيط و يصنع من الخشب الجيد وتكون  
ثخانة مقدار أصبع واحد وطول كل نصف قطره يساوي خمسة أصابع  
أربعة وهذا القطاع يصير ثقبه من جهة قوسه ويوضع في تلك الاتجاه  
مقدار من الرصاص بحيث انه لو صار وضعه في الماء يغطس فيه قدر ثلثيه  
ثم يثقب ثقباً من جهة رأسه ومن طرفي قوسه وبذلك يؤخذ حبل  
قيل في ثخانة أصبع واحد ويكون طوله نحو مائة وعشرين قاماً ويصير  
القائمة في الماء وينقع به مقدار ليلة ثم يصير أخرجه وربطه على عمودين ثم  
يؤخذ ويوضع طرفه من ثقب رأس القطاع ويعقد من خلفه ويقاس منه  
مقدار قدمين ويوضع معه حبلان آخران صغيران طول كل واحد منهما  
قدمان ويعقدان معه ثم يجعل في طرفي الحبلين المذكورين مسماران من  
خشب ويصير وضعهما في محلهما اذا صار القائمة في البحر وعند جذبه من  
البحر يخرجان من محلهما ويسهل اخراج القطاع من البحر ثم يقاس من بعد  
العقدة التي هو مجمع الثلاثة حبال من الحبل المذكور مقدار طول السفينة  
ويوضع علامة جراً ثم يقسم باقي الحبل الى أميال كما سيأتي (واعلم) ان الميل  
الواحد البحري يساوي ٥٧٠٣ من الأقدام الفرنسية و ٦٠٨٠ قدماً  
بالانكليزي وبالاختصار اذا صار استعمال زمن رملية تساوي ١٥ ثانية  
أو ١٠ ثانية بدلاً عن زمن ساعة التي مقدارها ٣٦٠ ثانية فاذا قلنا ٣٦٠  
ثانية على ١٠ ثانية يصير خارج القسمة مساوياً ٣٦ ثانية وعلى هذا يصير  
تقسيم أقدام الميل الواحد وهي ٥٧٠٣ على ٣٦ ينتج مقدار ٢٣٣ قدماً وتسعة  
أصابع وهذا المقدار يجعل مساوياً للميل الواحد أو يقال لو فرضنا ان  
السفينة تسير في الساعة الواحدة التي مقدارها ٣٦٠ ثانية مقدار ميل  
واحد اعني ٥٧٠٣ قدماً بالفرنسية فانه يكون الاقدام التي تخص  
مقدار ١٠ ثانية وبهذا الاعتبار يصير وضع التناسبات الموضحة

نسبة ٣٦٠٠ ثانية : ١٥ ثانية :: ٥٧٠٣ قدما : سه ا و سه

$$= \frac{٥٧٠٣ \times ١٥}{٣٦٠٠} = ٢٣ \text{ قدما وه اصابع فرنساوى}$$

وكذا ٣٦٠٠ ثانية : ١٥ ثانية :: ٦٠٨٠ قدما : سه ا و سه

$$= \frac{٦٠٨٠ \times ١٥}{٣٦٠٠} = ٢٥ \text{ قدما وه اصابع انكليزى}$$

(وحيث) كان الواجب على كل قبودان حفظ السفينة والاحتراز الكلى من الخطر الموجب لالتلافى السفينة بسبب عدم ضبط الحساب ويخشى من ان تصل السفينة الى احد الاماكن قبل تمام حساب المسافة فيلزم اسقاط مقدار قدم واحد من كل ميل او اسقاط نصف قدم لاجل ان تصبح السفينة متأخرة عن حساب المسافة الكائنة من محل الى آخر فاذا صار اسقاط مقدار قدم من كل ميل فان السفينة تتأخر في كل مائة ميل اربعة أميال واذا صار اسقاط نصف قدم من كل ميل فان السفينة تتأخر في كل مائة ميل ميلين وكسور وعلى كل حال فان كل قبودان يلزمه انه يسقط من كل ميل قدرا من الاصابع على حسب ما يترامى له في سير السفينة وهذا الحمل الذى صار تقسيمه يلف على دولاب يدور على محوره كما هو معلوم بالسفائن .

ولاجل معرفة مقدار الاميال التى تقطعها السفينة في كل ساعة يرتب مقدار ستة انفاروم ضابط واحد ويحمل اثنان منهم دولاب البركيتة على كتفهما والضابط يحمل في يده مقدار من حبل البركيتة وبعد ثبوت مسامير زاوية البركيتة في محاورها يرمى فى البحر من مؤخر السفينة جهة تحت الريح وتجعل الرماية في يد واحد ساعدا وودونهجى ثم ان الضابط المذكور من بعد ما يرمى زاوية البركيتة فى البحر وتبعد عن السفينة ينادى على الشخص الذى يبدد الرماية بالفظ اليسته أى تنبه وعند وصول علامة طول السفينة لديه ينادى على الشخص المذكور بلفظ تور فواعنى اقلب الرماية وتترك الزاوية سائرة بالبحر الى ان ينتهى آخر نزول الرمل فينادى على الضابط بالفتة ملوب وحينئذ يضبط الحمل عند سماع النداء وبعد الاميال والاقامات التى قطعتم السفينة في زمن الرماية المحسولة من الساعة

وبحروم مقدار ذلك بحري نال السفينة ويمثل ذلك بصير قياس سير السفينة في كل ساعة

\*(في بيان البركة المستجدة التي يمدونها أنواع إيمان)\*

٥١ البركة المذكورة مصنوعة من النحاس وهي على هيئة تسكن اهرام  
نافص ويوجد في أسفلها اسطوانة داخلة محورها يوجد في طرفه ثلاثة مراوح  
وانه يدور بواسطة المراوح المذكورة اذا كانت البركة ملقاة في البحر  
وهو يوجد على سطحها ثلاث مينات مثل ميناء الساعة كل واحدة يوجد  
بها عقرب يدور على محور واحد، والميناء التي يقيم محيطها الى عشرة اقسام  
متساوية كل قسم يساوي عشرة اقسام كما هو مرقوم على البركة الثانية  
تسمى ايضا بعشرة قسمين، ساري كل قسم يساوي ثمانية اقسام  
الثالثة تقسم ايضا الى عشرة اقسام كل قسم يساوي قولا واحدا اعني باحا  
وهذه الآلة تربط من طرفها بحبل يكون طوله ثلاث اوتنجس وثلاثين  
فامة وقيل القائها في البحر بوضع عقرب الساعة الاولى على نحو الساعة  
والثانية على خط العشرة وكذلك الثالثة ثم يهول عليها بابها سارية في  
في البحر وبه دمعى مقدار من الساعات يصير اخراجها من البحر وينظر الى  
المسافات التي قطب كل عقرب من الساعات فيسيرا في الساعات  
الميناء الاولى من رجا دأبه قطع ستة اقسام ركيز من تحتها سبع  
مكة يكون من الساعات المذكورة في الساعات المذكورة في الساعات  
الميناء الثانية وما دلت من الاقسام يضاف الى الميناء المذكورة في الساعات  
الى عقرب الميناء لئلا يتخذ من كسور الساعات الواحدة وهو موجود في  
وهي انما هي في شكل (١٠)



خطوط انصاف النهار متوازية وأعمدة على الخطوط الموازية لخط الاستواء  
المسارية بدرجة العروض وان جميع أقسام درج تلك العروض تكون  
متساوية في نفسها ومساوية لأقسام درج الاطوال ثم يصير تقسيم كل درجة  
الى ٦٠ دقيقة وكل دقيقة تعتبر بميل واحد بحري والخريطة المذكورة  
لا يصير استعمالها الا في الاسفار القريبة (وأما) الخريطة الكروية فهي التي  
يعتمد عليها في الاسفار ويكون فيها تقاسيم درج الاطوال متساوية وأما  
أقسام درج العروض فانها تكون مختلفة وذلك ناشئ من كون خطوط  
انصاف النهار مجمعة في قطبي الكرة وان الخطوط الموازية لخط الاستواء  
تقطع خطوط انصاف النهار في أقسام مختلفة ولاجل ان يجعل مقدار كل  
درجة مساويا ٦٠ دقيقة أو ميل يلزم ان تصير أقسام الدرج القريبة من  
القطبين أقساما تكون أكبر من أقسام الدرج التي توجد قريبة من خط  
الاستواء ولاجل معرفة التفاضل الذي يوجد بين أقسام درج العروض  
قد صار وضع جداول تزايد العروض باللوغار يتم ليعلم منها تزايد ميل  
كل درجة عن التي قبلها

\*( في كيفية انشاء الخريطة المذكورة ) \*

١٣ اذا كان المراد انشاء خريطة كروية فتكون مشتملة على جزء من سطح  
الكرة محصورة بين نصفين من أحد هما ما بدرجة ٢٧ والثاني ما بدرجة  
٣٣ في جهة مشرق نصف النهار مدينة غرنوبل التي هي مبدأ الطول لدولة  
الانكليز وتكون الخريطة المذكورة من عرض ٣٤ درجة شمالا الى عرض  
٣٥ درجة شمالا فتقسم أولا خط أ ب وتعمله لتقسيم درج الطول وتقيم أ ب  
ع وداعليه وتعمله لتقسيم درج العروض ثم تقسم خط أ ب الى ستة أقسام  
متساوية وكل قسم منها يقسم الى ستة أقسام متساوية أعني كل قسم يساوي  
١٠ دقائق وتكون الدرجة الواحدة حينئذ منقسمة الى ٦٠ دقيقة ولاجل  
تقسيم درج العروض تأخذ درجة ١٣ من جداول تزايد العروض وتجعل  
٩٥٨ ميلاتم تأخذ الاميال المساذية لدرجة ١٣ ر ر ١٠ دقائق من  
المجدول المذكور وتطرح الاول من الثاني فيصير الباقي ١٠ فتأخذ بالبرجل  
٥٤ قسما من أقسام الطول وتضع رجلا البرجل على خط درجة ١٣

وتقطع على خط اى وتضع نقطة فيكون هذا القسم مساويا لعشرة دقائق من دقائق درجة ٣٢ ثم تأخذ العدد المقابل لدرجة ٣١ و ٢٠ دقيقة فيجوز ١٩٨١ ميلا فيطرح منه العدد المقابل لدرجة ٣٠ فيصير الباقي ٢٣ ثم تضع رجل البرجل على درجة ٣١ وتقطع على خط اى وتضع نقطة فيحدث القسم الثانى من درجة ٣٢ ثم تأخذ العدد المقابل لدرجة ٣١ و ٣٠ دقيقة فتجد ١٩٩٣ ميلا فيطرح منه العدد المقابل لدرجة ٣١ فيصير الباقي يساوى ٣٥ ثم تضع رجل البرجل على درجة ٣٤ وتقطع على خط اى بالمقدار الذى كور فيحدث القسم الثالث من درجة ٣٢ وتديم هذا العمل الى ان تمام اقسام الدرجة وتنتقل من هنا الى الدرجة التى بعدها حتى تنتهى تقاسيم درج العروص لند كورة

\*(فى بيان انشاء المسطرة المتوازية ذات الدرج)\*

٥٤ المسطرة المذكورة تنسب الى فيلادس احد قبودانات الانكليز وهى مصنوعة من الخشب الطيب الذى لا يفسد فيه ماء وجاج وهى مقسومة من احد طرفيها الى ٩ درجات من كل جهة من خط الوسط وأما طرفها الثانى فانه منقسم الى ثمانية اتجاهات اعنى مقدار زاوية قائمة وكل اتجاه يكون بعيدا عن الآخر بمقدار ١١ درجة و ٥٠ دقيقة وهذه المسطرة تؤخذ احد اركانها من نصف محيط دائرة مقداره ١٨٠ درجة وجعل مركزها فى الوسط وتقيم عليه ١٠ درجة على الذى بعده ٨٠ درجة وعلى ما بعده ١٠ درجة وهكذا الى القسم الاخير المرقوم عليه ٠ درجات وهذه الاقسام جميعها على مختلفة كما فى شكل (١٥)

(وتوضيح ذلك) ان ترسم أولا نصف محيط دائرة على قطر ا ب المرسوم ثم تقيم عليه عمود س د من المركز وتعد الى نقطة و وتصل وترى ا ب و ب ثم ترسم من نقطتي ا و ب خطين عماسين للمحيط ويؤخذ احدهما مساويا لآخر بخرقة ربع المحيط بى الى تسعة اقسام متساوية ويرقم على الاول ١ وعلى الثانى ٢٠ وعلى الثالث ٣ وهكذا الى الخ ثم تجد نقطة ب م كذا وترسم اقياس ا ب ب ١٠ و ب ٢٠ و ٤٠ الخ وترسم ا ق ر س تقسم نصف المحيط في اقسام ١٠ و ٢٠ و ٢٠ و ٢٠ و ٢٠

الخ وتصل من نقطة أقسام المحيط الى المركز بخطوط مستقيمة فهذه الخطوط  
تقطع الخط المماس في نقط ١٠ و ٢٠ و ٣٠ الخ ثم تضع رجل البرجل  
في المركز وتأخذ بعدد ارباع الدائري من هذا المركز الى نقطة تقاسيم الخط  
المماس وترسم أقواس تقطع الخط الممدود من المركز الى ربع المحيط الممدود  
على استقامته في أقسام ١٠ و ٢٠ و ٣٠ و ٤٠ الخ وحيث كانت  
الأقسام التي تؤخذ على الخط المماس كل قسم منها يساوي ٥ درجات  
فيصير تقسيم كل منها الى عشرة أقسام وذلك بمقتضى العمل الذي صار في  
تقسيم الخط المماس المذكور بذلك يصير تقسيم النصف الثاني بهذا

العمل

واما كيفية ايجاد أقسام الاتجاهات الثمانية التي توجد في طرف المسطرة  
الثمانية فتقسم الدائرة الى ٨ أجزاء متساوية  
وتشبه هذه الأجزاء ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨  
بذلك تصل من جميع أقسام ربع المحيط الاول الذي هو ب الى  
نقطة نهاية الخط بخطوط مستقيمة وهذه الخطوط تقطع نصف قطر س  
الى أقسام ١٠ و ٢٠ و ٣٠ و ٤٠ الخ وتصل نقطة مركزها وبأبعاد  
التقسيم الثمانية المأخوذة على ربع المحيط أي ترسم أقواس تقطع البوترأي  
في نقط ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ الخ وبعد ذلك تقسم نصف قطر أس الى  
سبعة أجزاء متساوية وتسير بالاقسام بارقام ١٠ و ٢٠ و ٣٠ الخ وتقيم  
من نقطة تقاسيم نصف قطر أس أربعة تقطع ربع المحيط أي في نقط  
١ و ٢ و ٣ الخ ثم تركز في نقطة (١) وبأبعاد النقاط الحاصلة من  
تقاطع الأعمدة المذكورة مع ربع المحيط أي ترسم أقواس تقطع الوتر في  
أقسام متساوية وبعد ذلك تصل من مركز المحيط الى تقاسيم ربع المحيط  
أي بالأعمدة المذكورة بخطوط مستقيمة وهذه الخطوط تقسم طرف المسطرة  
الى أربعة اتجاهات من الاتجاهات المصارية وتأخذ منها في الجهة المصانية  
من حائط الصغرى من الدائري العمل

(في بيان استعمال المسطرة في كورة)

حيث كانت هذه المسطرة يوجد فيها منافع كثيرة خصوصاً في الاعمال



البحرية فينتدى أولا في كيفية العمل بها وهي انه كما تقدم يكون أحد  
طرفيها منقسم الى ١٨٠ درجة يجعل ٩٠ درجة في الوسط وفي كل  
من طرفيها أقسام ٩ كل قسم يساوي عشرة أقسام كل قسم ينقسم بدور درجة  
واحدة وأما الطرف الثاني فهو مقسوم الى ثمانية اتجاهات وكل أربعة قسمة  
في جهة من خط الوسط وبواسطة الدرج المرسوم على أحد طرفيها وكذلك  
الاتجاهات المرسومة على الطرف الثاني يصير استخراج مقاييس الزوايا  
ومعرفة الاتجاهات من مكان الى آخر كما هو موضح وهو انه يصير اعتبار  
طرف المسطرة صفرا وخط الوسط ٩٠ درجة أو يصير اعتبار خط الوسط ٩٠  
درجة والآخر ١٨٠ درجة وذلك لانه اذا طبقت المسطرة على سطح المدرج على  
وجهه من السطح فينتدى طرفيها في خط واحد وفيه شئ الى ان يقابل  
له خط الجيوب فان تعداد مقادير الزوايا يكون من ابتداء الشمال والجنوب  
ولذلك اذا صار تطبيق مركز المسطرة على خط نصف النهار فيصير عدد الدرج  
من ابتداء طرف المسطرة رأيا أو يساوي تطبيق المسطرة على الخط المار بالزاوية فان  
خط الشمال والجنوب يوجدان في مركز المسطرة وجانبها من جهة خط الوسط  
صفر درجة و يصير عدد الدرج من خط الوسط و بهانه كما هو موضح  
في هذه الامثلة

### \* المثال لادل \*

دأبنا ان نراه رفة الاتجاه بين نقطتين كالتدوين على الخريطة  
فتوضع أولا المسطرة المذكورة من جهة تقاسيم المدرج على النصفين  
المروضة في رسمك المسطرة اتوا الى أن ينطبق خط المرسومة على  
نصف النهار ثم يتقارن الى ذلك الخط المذكور وكم يبلغ من الدرج  
من بعد المدرج من خط المسطرة الى نقطة تقاطعها في خط المدرج يكون  
ذلك هو مقدار الاتجاه المطلوب وبوضع نجاة المسطرة في السطح  
وان يصير وضع المسطرة على النقطة من جهة رصن وتكون رفة  
ينطبق مركزها على أحد خطوط التورية ثم يصير رفة المدرج  
المذكور في خط المدرج ويعد المدرج من رفة خط المدرج  
التي في خط المدرج من رفة المدرج فيكون ذلك هو مقدار

المطلوب

\*(المثال الثاني)\* انه اذا صار أخذ اتجاه شيء بالبر وكانت المسافة التي بين محل السفينة والشيء المذكور معلومة وأريد معرفة محل السفينة فيصير تطبيق خط وسط المسطرة على أحد خطوط انصاف النهار ثم يصير تحريك المسطرة وخط الوسط منطبق على خط نصف النهار بدون تغيير انطباقهما ولا يزال المركز عن خط نصف النهار بشرط أن ذلك الخط يكون قاطعاً مقدار الزاوية التي تظرفيها الاتجاه فيكون مساوياً بالمقدار والاتجاه ومتى علم ذلك فيصير تحريك المسطرة بالتوازي حتى انتهى تطبيق على المكان المأخوذ اتجاهه ثم يؤخذ بالبرجل مقدار الاميال من أقسام العرض ويوضع رجل البرجل الاولى في المكان المذكور ورجله الثانية على طرف المسطرة وتوضع نقطة هذه النقطة تكون نقطة السفينة

\*(المثال الثالث)\* اذا صار أخذ اتجاهين من محالين معلومين بالبر بواسطة البوصلة وجرى تحويل هذين الاتجاهين الى اتجاهي الدنيا فتؤخذ كما تقدم زاوية الاتجاه الاول بواسطة تطبيق وسط المسطرة على خط نصف نهار أو على خط متوازي ثم يصير تحريك المسطرة الى مكان ذلك الاتجاه و يرسم خط بالقلم الرصاص ثم يؤخذ بالمسطرة المذكورة مقدار الاتجاه الثاني ويصير تحريك المسطرة حتى انتهت تطبق على محل ذلك الاتجاه و يرسم خط بالقلم الرصاص فهذا الخط يقطع الخط الاول في نقطة وهذه النقطة تكون نقطة مكان السفينة

\*(المثال الرابع)\* اذا كان تظار الراصد الذي في السفينة الى محل البر يكون معلوم مكانه وعرضه وطوله وأراد الراصد المذكور محل موقع السفينة والبعد الذي يوجد بينها وبين المكان المذكور فكيفية ذلك أن يؤخذ أولاً اتجاه ذلك الشيء بواسطة البوصلة ثم يصير وضع بروة السفينة على اتجاه معلوم و بعد ذلك ورها عليه مقدار اميال يأخذ الراصد اتجاه الشيء المذكور مرة ثانية و بعد تحويل تلك الاتجاهات الى اتجاهات الدنيا يأخذ أولاً الاتجاه الاول بواسطة المسطرة ويحركها الى أن تنطبق على الشيء المأخوذ منه الاتجاه و يرسم خطاً بالقلم الرصاص ثم يأخذ الاتجاه الثاني من درج

المسطرة ويحركها الى المحل المذكور ويرسم خطا آخر ثم يصير وضع المسطرة على اتجاه سميت اعتدال السفينة ويأخذ بالبرجل الاميسال التي قطعها السفينة من وقت ان صار أخذ الاتجاه الاول الى وقت أخذ الاتجاه الثاني ويحرك المسطرة الى أن تقطع الاتجاهين المذكورين بحيث تكون المسافة الموجودة بينهما تساوي لأميل سير السفينة ويرسم خطا بالرصاص يكون قاطعا لهما في نقطتين فان نقطة تقاطعه مع خط الاتجاه الثاني هي نقطة محل السفينة ومنها تقاس المسافة الى الشيء المأخوذ منه الاتجاه المذكور  
\*(مثال ذلك)\*

اذا فرضنا ان السفينة وجدت بناحية جزيرة رودس وكان المطلوب معرفة موقع السفينة والمسافة التي بينها وبين ذنار رودس (فطريق ذلك) ان يؤخذ اتجاه الفئارة فاذا وجدنا مثلاً بعد التصحيح ٦٠ درجة على سمت شمال مغرب ثم سارت السفينة على سمت زاوية جنوب مغرب ووجد اتجاهها بعد التصحيح ٨٠ درجة وبعد سير السفينة بقدر عشرة أميال جرى أخذ اتجاه الفئارة ثانية فوجد بعد التصحيح ٢٠ درجة في زاوية شمال مغرب (فطريق ذلك) ان يصير وضع المسطرة المتوازية في زاوية جنوب مشرق المقابلة لزاوية الاتجاه الاول ويوضع خط الوسط منطبقا على احد خطوط انصاف النهار وتحرك المسطرة المذكورة بشرط أن يكون خط الوسط دائما منطبقا على خط نصف النهار ويديم العمل على هذا الوجه الى أن يرى خط نصف النهار المذكور قاطعا في ٦٠ درجة وهي مقدار الاتجاه الاول ثم يحرك المسطرة الى أن تنطبق على نقطة محل الفئارة ويرسم خطا بالقلم الرصاص في زاوية جنوب مشرق وبعد ذلك يصير وضع المسطرة في زاوية جنوب مشرق المقابلة لزاوية الاتجاه الثاني ويحرك المسطرة الى أن يرى خط نصف النهار المنطبق عليه خط وسط المسطرة قاطعا في مقدار ٢٠ درجة وبعد ذلك يحرك المسطرة الى أن تنطبق على محل نقطة الفئارة ويرسم خطا آخر ثم يصير وضع المسطرة في زاوية اتجاه سير السفينة التي هي جنوب مغرب ويحركها الى أن يرى خط نصف النهار المنطبق على خط وسط المسطرة قاطعا في ٩٠ درجة ثم يحرك المسطرة حتى انها تكون قاطعة للخطين



المرسومين بهما رية أخذ مقدار العشرة أميال من تقاسيم درج العروض  
 وية رب بالمسطرة الى جهة نقطة القنطرة حتى تصبح المسافة بين خطي الاتجاهين  
 تساوي عشرة أميال ويرسم خطا يقطع الاتجاه الاول والثاني فتكون  
 نقطة تقاطعه مع خط الاتجاه الثاني هي نقطة محل السفينة فيقاس منها الى  
 نقط محل الزار فيكون ذلك هو مقدار البعد الذي بين محل السفينة  
 والزار كور (واعلم) ان جميع العمليات التي صار اجزاؤها على سطح  
 الخريطة بواسطة المسطرة المتوازية يمكن اجزاؤها بواسطة آلة المنة  
 المشار لها بشكل (١٦)

(في بيان الاعمال التي يصير اجزاؤها على سطح الخريطة) \*

٥٦ (الدرس الاول) اذا كان المطلوب معرفة عرض ومحل نقطة مفروضة  
 على الخريطة فطريقه هذا ان تضع رجلا في نقطة  
 المذكورة من رجلا في نقطة المرسومة على الخريطة  
 البرجل بمقياسه على اقسام درج العروض وتركز برجل البرجل في النقطة  
 المقابلة للنقطة المذكورة وتعد الدريج والدقائق فيحصل مقدار عرض  
 النقطة المذكورة وكذلك تضع رجلا في النقطة المذكورة وتعد  
 برجاه النوبة خط نصف النهار وتعد بذلك على اقسام درج العرض وتعد  
 مقدار الدريج والدقائق فيصير ذلك هو مقدار طول النقطة المذكورة

(الدرس الثاني) اذا كان المطلوب معرفة بعد المسافة بين نقطتين عرضهما  
 واحد فطريقه ذلك ان تضع رجلا في النقطة الاولى ورجلاه  
 الاخرى في النقطة الثانية وتعد ذلك من اقسام درج العرض الذي  
 يكون في عمود النقطتين ثم تعد الدقائق التي توجد بين رجلي البرجل  
 فيحصل مقدار المسافة المطلوبة

(الدرس الثالث) اذا كان المطلوب معرفة نقطة وصول السفينة اذا علم محل  
 نقطة القياس وعدد الاميال التي تقطعها السفينة على خط نصف النهار امار  
 بنقطة القياس ويترقب ذلك ان تضع رجلا في النقطة المذكورة وتعد  
 برجله اشياء تخط نصف النهار وترجع من البرجل ثم تعد برجل  
 الثاني مقدار الاميال من اقسام درج العروض وتضع رجلا في النقطة

البرجل على نقطة القيام وتكون رجلاه الثانية متجهة لجهة نقطة الوصول  
وتقابل بالبرجل الأول الذي هو عماس الخط نصف النهار فنصير نقطة  
تلاقيهما هي نقطة الوصول

(الدرس الرابع) اذا كان المطلوب معرفة المسافة بين نقطتين في سطح الارض  
فطريق ذلك ان تضع أولا احد رجلي البرجل في النقطة الاولى ورجله  
الانحرى في النقطة الثانية ثم تمر على اقسام درج العروض بقياس البرجل  
المذكور بحيث يكون الخط الموازي المسار بالنقطتين في نصف المسافة  
وتعد الدقائق التي توجد من اقسام درج العروض فيكون ذلك هو مقدار  
المسافة بين النقطتين المذكورتين

(الدرس الخامس) اذا كان المطلوب معرفة وصول السفينة اذا علم  
محل القيام والاميال التي قطعها السفينة على الخط المتوازي المسار بنقطة  
القيام فطريق ذلك ان تضع اول رجل البرجل في نقطة القيام وتقس برجله  
الانحرى احد الخطوط المتوازية وترفع هذا برجل وتاخذ برجل آخر تقيس  
به مقدار الاميال من اقسام درج العروض ثم تضع رجل هذا البرجل على  
نقطة القيام وتقابل برجله الثانية البرجل الذي هو عماس الخط المتوازي  
فتكون نقطة تلاقيهما هي نقطة وصول السفينة

(الدرس السادس) اذا كان المطلوب قياس المسافة بين نقطتين كائنتين  
على سطح البحر بطانة اجمعا كان يصير وذلك ان تضع رجل البرجل في النقطة  
الاولى ورجله الانحرى في النقطة الثانية ثم بقياس البرجل على اقسام  
درج العروض وتعد الدقائق التي توجد بين رجلي البرجل المذكور  
فيكون ذلك هو مقدار المسافة الموجودة بين النقطتين المذكورتين

(الدرس السابع) اذا كان المطلوب معرفة محل وصول السفينة اذا علمت  
نقطة القيام وعدد الاميال التي قطعها السفينة على أي اتجاه من اتجاهات  
الديسافطريين ذلك ان تضع رجل البرجل على نقطة القيام وتقس برجله  
الانحرى لاتجاه الذي سارت عليه السفينة وترفع هذا برجل وتاخذ  
بالبرجل الآخر مقدار الاميال من قسم درج العروض وتضع رجلاه  
على نقطة القيام وتقابل برجله الثاني برجله الثاني الذي هو

محل وصول السفينة

(الدرس الثامن) اذا كانت السفينة ذات شراع وكان المطلوب وصولها الى محل ياتي منه الريح ولا يمكن الوصول اليه الا بواسطة سير السفينة على سمت اتجاهين كما لو فرض ان السفينة كانت في نقطة (١) ومحل الوصول في نقطة ب ومن المعلوم ان اعتدال اتجاه السفينة يكون متباعدا عن اتجاه الريح بمقدار ستة اتجاهات مقدارهم يساوي ٣٠ دقيقة و ٦٧ درجة فعلى هذا يلزم رسم زاوية ب أ ج تساوي ٣٠ دقيقة و ٦٧ درجة وايضا يرسم من نقطة ب زاوية أخرى تساوي ٦٧ درجة و ٣٠ دقيقة فينتد يتلاقى ضلعا الزاويتين المذكورتين في نقطة ج فتكون هذه النقطة هي التي تذور منها السفينة من بعد قطع المسافة على الاتجاه الاول حتى انها تصل الى محل الوصول وهو المطلوب

\*(في خواص الاجسام المغناطيسية)\*

٥٧ الاجسام المغناطيسية هي اجسام تجذب الحديد وهي كثيرة على الكرة وأكثر وجودها في معادن الحديد وهناك جبال غالبا ما يكون من ذلك الاجسام وجذب الاجسام المغناطيسية للحديد اما ان يكون باللامسة أو بالتقريب فاذا دفن جسم مغناطيسي في برادة الحديد التصق على سطحه واداقرب هذا الجسم المغناطيسي من البرادة المذكورة على نوع من البعد وثبت اليه وثبتت عليه ويتوصل الى هذه النتائج بتعليق قطعة صغيرة من الحديد في طرف خيط غير مبروم وتقريب جسم مغناطيسي منها ويستعمل هذا الجهاز الصغير المسمى بالبن دول المغناطيسي ويبيانه ان الجذب يتناقص بزيادة البعد وانه ينفذ من جميع الاجسام ومن الفراغ أيضا الا الحديد فلا يتجاوزه التأثير الى غيره ثم ان القوة المغناطيسية مغايرة لاغوة الجاذبية العنصرية والقوة الدفعية الحرارية

\*(في قطبي المغناطيس)\*

٥٨ القوة المغناطيسية ليست واحدة في جميع نقاط الجسم المغناطيسي وتحقيق ذلك ان ندحرج جسم مغناطيسي في برادة الحديد أو تقرب اجزائه المختلفة للبن دول فنشاهد ان البرادة لا تستر به طبقة منتظمة وان الزوغان



الذي يحدث في البندول بتغير من نقطة الى أخرى وهاتان الحالتان يسهل  
تحقيقهما كائنا ما كان الجسم الجسم المغناطيسي وشكاه الا انهما يتضحان  
جدا في الاجسام المغناطيسية او المنشورية وذلك ان اثر البرادة لا يشاهد  
نحو الوسط منهما كما في شكل (١٧) وبالقرب من النهايتين نشاهد خيوطا  
من البرادة يزداد طولها وعددها وان الزوجان يكاد أن ينعدم في الوسط  
والنقط التي يظهر فيها انعدام القوة المغناطيسية تكون عندها خط متوسط  
يسمى بخط المحمود والنقطتان اللتان يظهر فيهما الخيوط يسمىان بقطبي  
المغناطيس

\*(في المغناطيسية الارضية)\*

٥٩ الابر المغناطيسية هي الموضوعات على حامل والمتحركة بلا مانع حول  
مركزها في مستواً في اتجاهها دائماً والنحو والعمال والمجنوب فاذا حولت عن هذا  
الوضع رجعت اليه بقوة غير مدركة وبقيت فيه متوازنة بعد جولة او تجاذات  
فالقوة التي تؤثر في الابر هي القوة المغناطيسية لانها لا تتغير اتجاه الابر  
التي من الخشب او من الخحاس او من جميع الاجسام غير المغناطيسية  
وبمقارنة الارصاد الواقعة في جملة من أقطار الكرة بالنظر لجميع الحوادث  
ظهر أن الارض ~~ك~~ انها جسم مغناطيسي خطه المتوسط منحرف عن  
خط الاستواء وقطباه قريبان من قطبي الكرة ويسمى أحدهما بالقطب  
الشمال والمقابل له يسمى بالقطب الجنوبي وقطب الابر الذي يتجه نحو  
الشمال يحتهوى على السيل الجنوبي لانه يجذب بقطب الكرة الشمالى  
او بالسيل الشمالى المتساكن في هذا القطب وأما قطبها الذى يتجه نحو  
الجنوب فانه يحتهوى على السيل الشمالى فينبذ تسمية قطبي الابر بالشمالى  
والجنوبى انما هو تابع لتسمية قطبي الارض بالشمالى والجنوبى

\*(في الانحراف)\*

٦٠ قد ذكرنا ان الابر المغناطيسية المتحركة حول مركزها في مستواً في اتجاه  
نحو الشمال ومع ذلك فلا ينطبق اتجاه الابر على الخط الجانبي بل يصنع معه  
زاوية تسمى بزاوية الانحراف وهذا الانحراف تارة يكون شرقياً وتارة  
يكون غربياً على حسب كون القطب الشمالى من الابر شرقى الخط الجانبي او

غريبه والالات المدة لقياس الانحراف تسمى بوصلات الانحراف واطرة  
الوصلات في مركزها فص من مادة متينة جدا كالعقيق مثلا وهي موضوعة على  
حامل رأسي مظهر وفيه في علبة ومطرقاها يتحركان على ميناء ساعة مقسومة  
الى اقسام متساوية وهي الاتجاهات التي ذكرت سابقا (وينبغي) أن تكون  
دقيقة جدا وأن يكون شكلها ذا اسنان حادة لا جل قلة احتكاكها  
وازداد قوتها بالاتجاهية على حاملها

واعلم ان البرصلة المذكورة كانت مستعملة عند أهل الصين قبل الميلاد  
بنحو أكثر من ألف سنة ولم تعرف في أوروبا الا في القرن الثاني عشر حتى ان  
استعملها لم يشتهر الا في سنة ١٣ مسيحية (وبحصول) للابرة  
المغناطيسية في بعض الاحيان تغيرات عارضة أي اضطرابات تحدث غالباً  
جهة الاسفار الشمالية وتظهرها قبل ظهورها ولا تنقطع الا بعد انقطاع جهة  
من الساعات وكذلك يحصل التغيير في جهة القطب الجنوبي  
\* (في المغناطيسية بتأثير القضبان) \*

١٠ اذا جهل طرف قضيب من القولاد كما سأل حجم قضيب مغناطيسي انحل  
تو كيميائياً الى القضيب شيئاً شديداً بالتأثير كما كتسب قطبين وخطا متوسطة  
كالاتجاه المغناطيسية المعتادة وطرف القضيب القريب من جهة القطب  
يكتسب قطبا مضاد القطب الحجم المغناطيسي وطرفه الاخر يكتسب قطبا  
متجانساً في الاسم

\* (في المغنطة بطريق العلم ابنوس) \*

١١ كيفية المغنطة بهذه الطريقة أن تضع الصحيفة أعني مسطرة البوصلة  
المراد مغناطيسيتها في طرفي قضيبين والقضبان المراد انزلاقها يكونا  
مائلين على سطح الابرة بقدر ٥ أو ٢٠ درجة وهذان القضبان مرتبطان  
بعضهما البعض كما في شكل (١٠) على بعد ثابت بواسطة قطعة صغيرة من خشب  
أو من فحم أو من أي جسم لين مغناطيسي ويرتبطان من الوسط الى  
أحد طرفيه بحيث يكون طرف الشمال للجنوب والجنوب للشمال ويبدأ  
ذلك مراراً وبازم الاهتم بمرو القضيبين على جميع أجزاء المسطرة بعدد  
واحد أي انه يلزم دائماً الانتهاء بالوسط والرجوع الى هذه النقطة من

الطرف المقابل للطرف الذي كان مبدأ السير

\* (في البوصلة وكيفية تقسيم محيطها) \*

٦٣ يؤخذ قطعة من ورق السمك أو من ورق مقوى ويدهن سطحها بلون  
أبيض ثم يرسم عليه محيط دائرة ويقسم هذا المحيط الى ٣٢ درجة وكذلك  
الى ٣٢ اتجاهاً وبذلك يوجد في كل زاوية قائمة من زواياها الاربعة زاوية  
اتجاهات وبعد ذلك يصير وضع هذا السطح على المسطرة المغناطيسية بحيث  
تكون منطقة على خط الشمال والجنوب وتوضع من داخل طرف نحاس  
ويرسم على قاع سطحه خط مدهون بلون اسود ثم تجعل هذه البوصلة على  
أبرة المحور وتعمل على قائمه من نحاس أو خشب ويربط هذا القاع بمسامير  
نحاس على سطح السفينة في خط المنتصف من يمين دواليب يدومان بشرط  
أن يكون الخط الاسود المرسوم في طرف البوصلة على سمت اعتدال  
منتصف السفينة من جهة الطول (والبوصلة المذكورة) توجد على أنواع  
(منها) ما يجعل لأخذ اتجاه الكواكب أو اتجاه أحد الأماكن وهي مثل  
البوصلة المتقدمة ذكرها التي تجعل على مار في شبرها هدفان مفتحان  
من الوسط يدوران مع الشبر ويربط بينهما خيط حرير مبروم ويجعل في  
منتصف أحد الهدفين خيط آخر فإذا أراد الراسد أخذ اتجاه الشمس مثلاً  
فيمرر الهدفين مع الشبر معاً حتى يرى ظل الخيط الشبري في قائم الهدفين  
سواء كان الزاوية موصلة وحيدة ثم يعدل الدرج الموجود بين خط الشمال والجنوب  
وبين ذل خيط الهدف المذكورة وإذا أراد أخذ اتجاه أحد الأماكن أيضاً  
فيمرر الشبر مع الهدفين الى أن يرى المكان في منتصف الهدفين  
المذكورتين ثم يعدل الدرج كما تقدم (وهذه) البوصلة هي بوصلة الانحراف  
كما في شكل (٥٩) و (٦٠) (ومنها) يوضع في مقدمة لهدفة الجعل  
في منتصفها الخيط القائم شكله مستطيل من زجاج مقنن وفي داخله شبر  
من نحاس ويربط بشبر البوصلة بواسطة مفصلين بحيث أنه يمكن تحريك الشبر  
الى جهة أعلى وأسفل فإذا أراد الراسد أخذ اتجاه شمس فيمرر الشبر  
مع الهدفين الى أن يرى صورة الشمس في منتصف الخيط المستطيل  
فيكون ذلك كالتقدم ويوجد به مقياس لقياس زاوية الانحراف



في المدفة التي يصير نظار الراصد منها ولها ممر بعان أو ثلاثة من زجاج ماون  
فاذا أراد الراصد أخذ اتجاه الشمس ينظر من النظارة المذكورة الى  
كوكب الشمس ويحرك الشبر مع الهدفين حتى يرى الشمس في مقابلة  
شعاع النظارة التي ذكرت وبوقتها يهبط الدرج والدقائق من محيط الموصلة  
كتابة قدم

\*( في كيفية تصحيح طريق السفينة من الانعطاف ) \*

٦٤ الانعطاف هو عبارة عن سقوط السفينة عن طريق سمتها الاصل الى  
أحد جهتيها وذلك يحصل من شدة الاهوية وتلاطم أمواج البحر وقت السفر  
لا سيما في السفائن الشراعية فانه يوجد كثيرا لانه اذا كان الريح موجودا  
من جهة عين السفينة فانها تسقط الى جهة اليسار وان كان الريح من جهة  
شمال السفينة فتسقط الى جهة اليمين ولاجل معرفة هذا السقوط يؤخذ  
قطعة من خشب مستديرة ويرسم عليها محيط دائرة ويقسم ذلك المحيط الى  
٣٦ درجة ثم يوضع بمركز الدائرة عقرب مثل عقرب الساعات يدور على  
محوره وتوضع هذه الالة في منتصف وسط السفينة من جهة مؤخرها ثم  
ينظر الراصد الى آثار طريق السفينة بالبحر فيجد قوسا فيجعل العقرب على آخر  
القوس وبعد الدرج بينه وبين خط منتصف السفينة فيكون ذلك هو مقدار  
السقوط فان كان هذا السقوط الى جهة الشمال أو الجنوب فيطرح من  
اتجاه سير السفينة وان كان الى جهة المشرق أو الى المغرب فيضم الى  
اعتدال سير السفينة وهذا السقوط يسمى في اصطلاح الملاحين دوشمك أو  
كسكارى

أمثلة من ذلك

بروة سفينة شمال مشرق  
سقوط السفينة الى جهة الشمال  
اعتدال بروة السفينة بعد الانعطاف شمال مشرق

مثال آخر

|                                       |    |    |
|---------------------------------------|----|----|
|                                       | ٥  | —  |
| سمت اعتدال السفينة جنوب مغرب          | ١١ | ١٥ |
| سقوط السفينة الى جهة المغرب           | ٥٥ | ٠٠ |
| اعتدال السفينة بعد الانعطاف جنوب مغرب | ١٦ | ١٥ |

مثال آخر

|  |    |    |
|--|----|----|
|  | ٥  | —  |
| اتجاه السفينة جنوب مشرق                    | ١١ | ١٥ |
| سقوط السفينة لجهة الجنوب                   | ١٢ | ٠٠ |
| اعتدال طريق السفينة بعد الانعطاف جنوب مغرب | ٠٠ | ٤٥ |

مثال آخر

|                                   |     |    |
|-----------------------------------|-----|----|
|                                   | ٥   | —  |
| اعتدال سمت طريق السفينة شمال مغرب | ٧٨  | ٤٥ |
| سقوط السفينة لجهة المغرب          | ١٣  | ٠٠ |
| اعتدال بروة السفينة بعد التصحيح   | ٠٩١ | ٤٥ |
|                                   | ١٨٠ | ٠٠ |
| اعتدال طريق السفينة جنوب مغرب     | ٨٨  | ١٥ |

\* (في تصحيح طريق السفينة بواسطة الانحراف) \*

٦٥ تقدم ان الانحراف هو عبارة عن مقدار الزاوية الكائنة ما بين شمال الدنيا وشمال البوصلة وان الانحراف المذكور عبارة يكون غريبا ونارة يكون شرقيا فاذا وضع الراصد امامه شمال الدنيا فيجد شمال البوصلة على يساره اذا كان الانحراف غريبا ويوجد شمال البوصلة جهة يمين شمال الدنيا اذا كان الانحراف شرقيا ولهذا متى كان الانحراف غريبا فان كل اتجاه من اتجاهات البوصلة يوجد على يسار اتجاه الدنيا المماثل له ومتى كان الانحراف شرقيا فان كل اتجاه من اتجاهات البوصلة يوجد جهة يمين اتجاه الدنيا المماثل له ولذلك اذا وجدت سمت طريق السفينة في زاوية

الرابعة اعني شمال مغرب أو الزاوية المقابلة لها اعني جنوب مشرق وكان الانحراف غربيا فيضم على مقدار اتجاه البوصلة لان اتجاه البوصلة يوجد جهة المغرب أو المشرق من اتجاه الدنيا وأما اذا وجدت طريق السفينة في زاوية شمال مشرق أو جنوب مغرب وكان الانحراف غربيا فيطرح من مقدار اتجاه سميت طريق السفينة وعكس ذلك اذا كان اتجاه السفينة في الزاوية الرابعة أو الثانية وكان الانحراف شرقيا فانه يطرح من مقدار اتجاه السفينة ويضم على اتجاه طريق السفينة اذا كان في الزاوية الاولى او الثالثة (والحاصل) انه اذا كان الانحراف غربيا فانه يدور بجهة اليسار وان كان شرقيا فانه يدور الى جهة اليمين ومتى صار سقوط السفينة الى جهة الشمال أو الجنوب فانه يطرح الانحراف المذكور ومتى كان الانحراف يسقط السفينة الى جهة المشرق أو المغرب فانه يضم على مقدار الاتجاه المذكور

امثلة من ذلك

|                                       | <u>٥</u> |    |
|---------------------------------------|----------|----|
| طريق السفينه شمال مشرق                | ٢٢       | ٣٠ |
| سقوط السفينه بجهة الشمال              | ٠٥       | ٣٠ |
| اعتدال السفينه بعد الانعطاف شمال مشرق | ١٧       | ٠٠ |
| انحراف البوصلة الى المغرب             | ٠٦       | ٠٠ |
| اعتدال طريق السفينه الصحيح شمال مشرق  | ١١       | ٠٠ |

مثال آخر

|   | <u>٥</u> |    |
|---|----------|----|
| طريق السفينه جنوب مشرق                  | ١١       | ١٥ |
| سقوط السفينه الى جهة الجنوب             | ١٢       | ٠٠ |
| اعتدال السفينه بعد السقوط الى جنوب مغرب | ٠٠       | ٤٥ |
| انحراف البوصلة الى المغرب               | ٠٦       | ٠٠ |
| اعتدال طريق السفينه صحيح جنوب مشرق      | ٠٥       | ١٥ |



\* (مثال آخر) \*

|  | °  | ′  |
|--|----|----|
| اعتدال طريق السفينة جنوب مغرب            | ١١ | ١٥ |
| سقوط السفينة الى جهة المغرب              | ٠٥ | ٠٠ |
| اعتدال طريق السفينة بعد السقوط جنوب مغرب | ١٦ | ١٥ |
| انحراف البوصلة الى المغرب                | ٠٦ | ٠٠ |
| اعتدال طريق السفينة الصحيح جنوب مغرب     | ١٠ | ١٥ |
| مثال آخر                                 |    |    |

|   | °   | ′  |
|---|-----|----|
| طريق السفينة شمال مغرب                    | ٧٨  | ٤٥ |
| سقوط السفينة الى جهة المغرب               | ١٣  | ٠٠ |
| طريق السفينة بعد الانعطاف شمال مغرب       | ٠٩١ | ٤٥ |
|   | ١٨٠ | ٠٠ |
| اعتدال طريق السفينة جنوب مغرب             | ٨٨  | ١٥ |
| انحراف البوصلة الى المشرق                 | ٠٦  | ٠٠ |
| اعتدال طريق السفينة بعد التصحيح جنوب مغرب | ٠٩٤ | ١٥ |
|   | ١٨٠ | ٠٠ |
| اعتدال طريق السفينة صحيح شمال مغرب        | ٨٥  | ٤٥ |

\* (في بيان فرق العروض) \*

٦٦ فرق العروض هو عبارة عن المسافة المأخوذة من أقسام درج العروض الواقعة بين عرض محليين معلومين فاذا كان عرض المكانين المذكورين من جنس واحد أعني أن عرضهما شمال أو جنوب فيطرح مقدار عرض الأصغر من مقدار عرض الأكبر ويحول الباقي الى أميال فيصير ذلك هو فرق العروض وأما اذا كان عرض أحد المكانين شمالاً والآخر جنوبياً فيضم أحدهما على الثاني والحاصل يحول الى أميال (ولابضاح ذلك) نفرض أن عرض محل قيام السفينة شمالاً الى ١١ دقيقة و ٣١ درجة وعرض الوصول

٢١ دقيقة و ٣٦ درجة شمالى واذا طر حنا عرض القيام من عرض الوصول  
فيوجد الباقي خمس درجات وعشرة دقائق او ٣١٠ ميلا وهو  
يساوى لفرق العرض وحيث كان عرض القيام اصغر من عرض  
الوصول فيكون فرق العروض شمالا لانه اذا كان عرض محل القيام اقل  
من عرض محل الوصول وكانا لكانا المذكوران في جهة شمال خط  
الاستواء فيكون فرق العروض شمالا واما لو صار القيام من عرض ٢١  
دقيقة و ٣٦ درجة شمالا وكان عرض الوصول ١١ دقيقة و ٣١  
درجة شمالا لكان يوجد فرق العروض جنوبيا (وبمثل ذلك) يكون في  
مقادير العروض الجنوبية لانه اذا رمزنا بحرف ج لموقع المكان الذى  
عرضه ١١ دقيقة و ٣١ درجة شمالا وبحرف د الى محل المكان  
الذى عرضه ٢١ دقيقة و ٣٦ درجة شمالا فيكون التوجه الى جهة  
القطب الشمالى (وبذلك) يعتبر فرق العروض شمالا (واما) لو صار القيام  
من نقطة د الى جهة نقطة ج لكان فرق العروض جنوبيا لان سير  
السفينة يكون بجهة خط الاستواء كما في شكل (٢١) (واما) اذا كان  
عرض القيام مثلا ٢٠ دقيقة و ١٥ درجة جنوبيا وعرض محل  
الوصول ٤٠ دقيقة و ٣٠ درجة من الجنوب فيكون فرق العروض  
يساوى ٢٠ دقيقة و ١٥ درجات او ٣٢٠ ميلا من الجنوب  
(واما) اذا كان عرض القيام ٣٠ دقيقة و ٤ درجات شمالا وعرض  
الوصول ٣٠ من الدقائق و ٢ من الدرج من الجنوب فيضم أحدهما  
على الثانى فيكون الحاصل يساوى ٧ درجات او ٤٢٠ ميلا  
وهو يساوى فرق العروض ويكون جنوبيا كما هو مبين في الشكل  
المذكور

(ولاجل) معرفة انحراف شمال البوصلة عن شمال الدنيا يلزم أولا  
استخراج اتجاه شمال وجنوب الدنيا وهو أن ترسم على سطح مستوي مثل  
سطح بلاطة جملة دوائر محددة المركز وتضع في مركز تلك الدوائر شاخصا وتجعله  
عمودا على السطح المذكور ثم تنظر اظلال ذلك الشاخص قبل الزوال وكما  
وقع طرف ظله على محيط دائرة من الدوائر المرسومة تعلم له العلامة وكذلك

ترصد اطل الشاخص المذكور من بعد الزوال وكلما وقع طرف ظله على محيط دائرة تعلم له بعلامة ايضاً تم تصل بين كل نقطتين كائنتين على محيط كل دائرة باوتار وتنصف كل وتر من هذه الأوتار وتصل من المركز الى نقط منتصف الأوتار المذكورة بخط مستقيم فان هذا الخط يكون عو خط الشمال والجنوب الصحيح واذا اقيم عليه من مركز الدائرة عمود آخر فيكون ذلك الخط هو خط المشرق والمغرب الصحيح ومتى علم شمال و جنوب ومشرق ومغرب الدنيا تضع البوصلة على خط الشمال والجنوب وتتنظر الى طرفه فانك تجد شمال البوصلة منحرفاً عن اتجاه خط شمال الدنيا بمقدار فهاذا المقدار يكون هو انحراف شمال البوصلة عن شمال الدنيا فاذا وجد شمال البوصلة على يمين شمال الدنيا فيكون الانحراف غربياً وان وجد على يساره فيكون الانحراف شرقياً وينبغي ان يعلم مقدار الانحراف المطلوب ويبينه كافي شكل (٢٢)

\*(في كيفية معرفة جذب اتجاهات البوصلة)\*

٢٧ جذب اتجاهات البوصلة يحصل متى كانت البوصلة موضوعة بمكان قريب من الحديد وذلك لان الابر المغنطية دائماً تجذب الى جهة الحديد واذا جذب شمال البوصلة الى الجهة التي يوجد فيها الحديد فان جميع اتجاهات البوصلة تتغير عن أصل اتجاهاتها وكثيراً ما يوجد جذب البوصلات في السفائن المصنوعة من الحديد ولاجل معرفة ذلك انجذب يلزم وضع بوصلتين احدهما بالبر والثانية بالسفينة ثم يصير مقابلة اتجاهات البوصلة التي بالسفينة باتجاهات البوصلة الموضوعة بالبر وبذلك العمل يعلم الفرق بكل اتجاه (مثاله) اذا نظر الراص الذي يكون بالسفينة الى محمل البوصلة التي بالبر وجدها معتدلة على سمت الشمال والراصد الذي بالبر راي اتجاه بوصلة السفينة على اتجاه درجتين في زاوية جنوب مغرب فيعلم ان شمال بوصلة السفينة منحرف الى جهة المغرب بمقدار درجتين وبمثل ذلك يصير مقابلة باقي اتجاهات البوصلة المذكورة فاذا علم جذب كل اتجاه من اتجاهات بوصلة السفينة يعلم سمت الاتجاهات السفينة اعى اذا كان المطلوب السفينة عن اتجاه الشمال



يلزم وضع سمت اعتدال طريق السفينة على درجتين في زاوية شمال  
مشرق حتى يصير التوجه على خط الشمال (واعلم) انه لا يصير اعتماد  
مقادير ذلك التجهيز لانه يتغير من كثرة استعمال البوصلات في الاسفار  
وحينئذ يلزم استخراج انحراف البوصلة في الاوقات التي سبقت كرها في  
المستقبل عند الوصول اليها ان شاء الله تعالى

\*(في بيان الدعاوى التي تحل بواسطة المثلثات المستقيمة الاضلاع)\*

٦٨ من حيث ان حساب زوايا و اضلاع المثلثات المذكورة لا يسهل حلها  
الا بطريق استعمال انساب الارغار يتم فنبتدي اولا بتمهيد يفهم هذا  
اللوغار يتم وكيفية استعماله فنقول

اللوغار يتم لعدد مفروض هو العدد الذي اذا جعل اسالعدد ثابت حدث  
العدد المطلوب والعدد الثابت يسمى اساس الجملة اللوغار بقيمة المطابقة  
له ونفرض ان  $p$  هي الجملة الاساسية للوغار يتم الاعداد الأولية وعدد  
(١٠٠) اساسا للعدد المركب من خاتمين و (١٠٠٠) اساسا للعدد المركب  
من ثلاث خانات وعلى هذا يكون لوغار يتم كل عدد من الاعداد الأولية  
مصحرا بين الصغير والواحد اعني  $أسه$  يكون صغيرا وكسرا اعشاريا  
ولوغار يتم كل عدد مركب من خاتمين يكون مصحورا بين واحد صحيح  
واثنين اعني يكون مرفوعا واحدا صحيحا وكسرا اعشاريا ولوغار يتم العدد  
المركب من ثلاث خانات يكون اثنين عددا صحيحا وكسرا اعشاريا وهكذا  
الخ (وحيث) علم ان لوغار يتم الاعداد وعبرة عن  $أس$  تلك الاعداد وفي  
العلوم التجريبية انه اذا اريد ضرب جملة كميات متجانسة يلزم جمع  
 $أس$  تلك الكميات ووضع حاصل الجمع على أحد الحدود المذكورة فن  
ذلك يعلم اننا اذا اردنا ضرب جملة اعداد في بعضها يلزم أخذ اللوغار يتم لكل  
عدد ثم نجمع لوغار يتميات تلك الاعداد ونبحث عنها في الجداول  
اللوغار يتمية فينتج مقدار العدد الذي يساوي حاصل الضرب

(ثانيا) ان لوغار يتم خارج قسمة عدد على آخر يساوي باقي طرح لوغار يتم  
المقسوم عليه من لوغار يتم المقسوم وينتج من هذه القاعدة ان لوغار يتم  
الكسر الاعتيادي يساوي لوغار يتم بسطه مطروحا منه لوغار يتم المقام

(ثالثا) ان لوغار يتم جزراى عدد يساوى لوغار يتم هذا العدد مفسوما على درجة الجزر المذ كور وهو انة اذا اردنا اخذ الجزر التربيعى لعدد ما يلزم اخذ لوغار يتم هذا العدد ويؤخذ نصفه ويبحث عن العدد المقابل لانساب ذلك النصف فيوجد العدد الذى يكون هو جزر العدد المفروض

(رابعا) ان لوغار يتم الحد الرابع من تناسب هندسى يساوى لمجموع لوغار يتمى الوسطين مطروحا منه لوغار يتم الحد المعلوم  
\*(فى تركيب الجداول اللوغاريتمية)\*

٦٩ الجدول اللوغاريتمية تحتوى على الاعداد الصحيحة من واحد الى عدد محدود وعلى لوغار يتميات هذه الاعداد المحذوف منها العدد الصحيح والكبير هذه الجداول الجدول الذى الفه كالت وهو من واحد الى ١٠٨٠٠٠ (ويلزم) لاجراء عمل الاعداد الرقمية بواسطة اللوغار يتميات لمعرفة حل المسلتين المذكورتين

المسئلة الاولى اذا كان المراد ايجاد لوغار يتم عدد معلوم بواسطة الجدول اللوغاريتمية فيؤخذ هذا العدد من الخانة الموجود فيها الاعداد الصحيحة وتؤخذ الانساب المقابلة لها ويجعل مرفوع تلك الانسان عددا يكون لنقص من عدد خانات العدد المعلوم بواحد اعنى اذا كان العدد المفروض مركبا من خانة واحدة فيكون مرفوع انسابه صفرا صحيحا وان كان العدد مركبا من خاتين فيكون مرفوعه يساوى واحدا وان كان العدد مركبا من ثلاث خانات فيجعل مرفوع انسابه عددا اثنين وهكذا (مثاله) اذا كان المطلوب ايجاد لوغار يتم عدد ٢٧٧٩٦ وان هذا العدد لا يوجد باعداد الجدول اللوغاريتمية فيؤخذ عدد ٢٧٧ من خانة الاعداد وتؤخذ انساب تلك الاعداد من تحت الخانة التاسعة من الصف الافقى فيوجد عدد ٤٤٣٨٨٨ ويؤخذ مقدار التفاضل الذى يوجد بين انساب هذه الانساب وهو ١٥٧ فيضرب فى عدد المحذوفة من العدد الاصلى فيصير حاصل الضرب يساوى ٢ ر ٩٤ فيضم ٩٤ على عدد ٤٤٣٨٨٨ يحصل عدد ٤٤٣٩٨٢ وحيث كان اصل العدد مركبا من خمس خانات فيجعل مرفوع هذا العدد ٥ اعنى يكون لوغار يتم عدد ٢٧٧٩٦

يساوي ٨٢ ٣٩ ٤ ٤ ٤ ويثبت ذلك يصير استخراج لوغاريتم كل  
عدد لا يوجد مقداره بأعداد الجداول اللوغاريتمية  
\* (المسألة الثانية) \*

إذا كان المعلم لوغاريتم أي عدد وأريد معرفة العدد الصحيح المقابل له  
كما أنه إذا كان معلوم لوغاريتم ٨٢ ٣٩ ٤ ٤ ٤ والمطلوب العدد الصحيح المقابل  
له فيلزم البحث عن انساب العدد الذي يوجد أقل من هذه الأعداد فتجد  
انساب ٤٤٣٨٨٨ ٤٤٣٨٨٨ ٤٤٣٨٨٨ ٤٤٣٨٨٨ ٤٤٣٨٨٨ ثم تطرح عدد ٤٤٣٨٨٨  
من انساب ٤٤٣٩٨٢ المعلومة فيصير الباقي عدد ٩٤ وتقسيم هذا الباقي على  
التفاضل الذي هو ١٥٧ فيصير خارج القسمة يساوي ٦ وهي الباقي من  
العدد ٢٧٧٩ أعني أن العدد المطلوب يكون ٢٧٧٩ ويثبت  
هذا يصير استخراج الأعداد الصحيحة إذا كان معلوم لوغاريتم أي  
عدد منها

\* (في ذكر بن جداول الخطوط المساحية) \*

٧. قد تقدم في حل المثلثات المستقيمة الاضلاع أن الزوايا تستعوض  
بخطوطها المساحية ولنتصدي الآن للبحث عن المقادير الرقمية للخطوط  
المساحية المقابلة لقسي تأخذ في الازدياد من ١٥ ثانية إلى ١٥٠ ثانية بالنسبة  
لتقسيم المحيط إلى ٣٦٠ درجة ومقادير الخطوط المساحية بنسبة نصف  
القطر تسمى بالأعداد المساحية (ننقول) مما ينبغي التنبه عليه أن  
الخطوط المساحية تأخذ في الربع الأول من المحيط جميع ما يمكن أن تأخذه  
من المقادير فيلزم تبين مقادير الخطوط المذكورة المقابلة لقسي المحصورة  
بين صفر ودرجة ٩٠ درجة وإنما اقتصر في الحساب على الخطوط المساحية  
المقابلة لقسي من صفر ودرجة إلى ٥٠ درجة لأن القسي الباقية مقيمة  
لقسي من صفر ودرجة إلى ٥٠ درجة (وحيث) أن الارتباطات الموجودة  
بين الخطوط المساحية لقوس واحد يساوي ما يساويها بالنسبة للجيب إذا  
كان له الزوايا ينبغي أن ننصت لتعيين أول غنة ولأننا نعلم القسي الذي يلزم  
اعتباره هو قوس ٥٠ ثانية ولنبحت الآن عن جيب هذا القوس فنقول إن  
النسبة بين محيط الدائرة وقطرها



ط = ١٤١٥٩٢٦٥٣٥٨٩٧٩٣ ر ٣ وان نصف القطر عند ما يفرض مساويا للواحد يكون نصف المحيط مساويا ط وحيث انه يوجد في نصف المحيط ٦٤٨٠٠٠ ثانية أي ١٨٠ درجة يشاهد بالنسبة الى نصف القطر أن قوس ١٥ ثانية = ١٤١٥٩٢٦٥٣٥٨٩٧٩٣ ر ٣ × ١٥ ثانية

٦٤٨٠٠٠

$$= \frac{ط \times ٣٠ \text{ ثانية}}{٦٤٨٠٠٠} = ٧٢٤٩ ر ١٠٠٠٠ \text{ وأيضاً جا } ٣٠ \text{ ثانية}$$

١٤٥٤ ر ٠٠٠٠ وحيث ان مقدار القوس الذي يساوي ٥٠ ثانية أو قوس ٣٠ ثانية صغيرا جدا لا يختلف عن جيبه إلا اختلافا يكاد لا يحس فيكون العدد المتحصل جيبا الى ١٥ ثانية والآخر جيب ٣٠ ثانية وحيث علم جيب ٥٠ ثانية بسهولة تحصل المقادير المتوالية لجيوب ٣٠ ثانية و ٥٠ ثانية الى دقيقة ومن دقيقة الى درجة بواسطة المعادلات المذكورة في علم حساب المثلثات المستقيمة الاضلاع التي يرمز فيها للقوس بحرف ذ وهي

$$جا ٢ = جتا ١ جا ١$$

$$جا ٣ = جتا ٢ جا ٢ = جتا ١ جا ١$$

$$جا ٤ = جتا ٣ جا ٣ = جتا ٢ جا ٢ = جتا ١ جا ١$$

$$جا ٥ = جتا ٤ جا ٤ = جتا ٣ جا ٣ = جتا ٢ جا ٢ = جتا ١ جا ١$$

ومتي تحصلت الجيوب تحصلت جيوب المقيم بنسبتها اليها وتحصلت كذلك سائر الخطوط المساحية الاخرى وهذه الجيوب ومتمماتها هي جيوب كسرية اعني اعشارية ولا جتا ب هذه الاوغار بقيات السالبة يجعل نصف القطر مساويا ١ : اعني ١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ واذا ضرب مقدار الجيوب

وجيوب المقيم في هذا العدد واخذنا انساب حاصل الضرب من جداول الاعداد الصحيحة ينتج مقادير الجيوب وجيوب المقيم الموجبة وأما باقي الخطوط المساحية فتستخرج بواسطة الارتباعات المذكورة في علم المثلثات

$$\text{وهي ظا } ١ = \frac{جا ١}{جتا ١} \text{ وظا } ٢ = \frac{جا ٢}{جتا ٢} \text{ وظا } ٣ = \frac{جا ٣}{جتا ٣} \text{ وظا } ٤ = \frac{جا ٤}{جتا ٤} \text{ وظا } ٥ = \frac{جا ٥}{جتا ٥}$$

اعني اذا ضرب جيب المقام من الجيب بعد ضم نصف القطر عليه ينتج

مقدار الظل واذا طرح الجيب من جيب المقيم ينتج تمام الظل واذا طرح جيب تمام من مقدار نصف القطر ينتج القاطع واذا طرح الجيب من نصف القطر ينتج قاطع تمام

(مثال من ذلك)

اذا كان جيب ١٥ درجة يساوي ٩٤١٢٩٩٦ و جيب تمام ٩٨٤٩٤٤ = ٩٨٤٩٤٤ وكان المطلوب معرفة باقي الخطوط المساحية يصير العمل هكذا

|                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| ٩٤١٢٩٩٦ جيب ١٥ درجة     | ٢٠٠٠٠٠٠٠ نصف القطر      |
| ٩٨٤٩٤٤ جيب تمام ١٥ درجة | ٩٨٤٩٤٤ تمام جيب ١٥ درجة |
| ٩٤٢٨٠٥٢ = ظل ١٥ درجة    | ١٠٠١٥٠٥٦ = القاطع       |

|                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| ٩٨٤٩٤٤ جيب تمام ١٥ درجة | ٢٠٠٠٠٠٠٠ نصف القطر      |
| ٩٤١٢٩٩٦ جيب ١٥ درجة     | ٩٤١٢٩٩٦ جيب ١٥ درجة     |
| ١٠٠٥٧١٩٤٨ = ظل تمام     | ١٠٠٥٨٧٠٠٤ = تمام القاطع |

وانساب هذه الارغار يقيمات موضوعة في الموقوف المعنوية بلفظي نسبة جيبية ونسبة ظلية والاول موضوع فيه لوغار يقيمات الجيوب والثاني يوجد فيه انساب تمام القاطع والثالث فيه انساب المماس والرابع لتمام المماس والخامس لقاطع والسادس لجيب المقيم وهي منسوبة بجمع جميع الزوايا التي دون ٩٠ درجة و يوجد درجه ساقى رأس كل صحيفة ودقائقها وتوانها في الصف الاول من جهة اليمين وأما الزوايا المحصورة بين ٩٠ درجة و ٩٠ درجة فيوضع درجها أسفل كل صحيفة ودقائقها وتوانها في الصف الاول من جهة اليسار ولوغار يقيمات تسمى بالاسماء السابقة انما يكتب على خانة الجيب مقيم الجيب والظل مقيم الظل وهكذا (واستعمال) هذا الجدول يرجع الى مسئلتين

\*(المسئلة الاولى)\*

اذا علمت زاوية وكان المطلوب لوغار يتم الجيب وجيب المقيم والظل و ظل المقيم والقاطع و قاطع المقيم قال اذا كانت الزاوية المعلومة مشتملة على درج

ودقائق وثواني وتوجد بجداول اللوغار يتم فتؤخذ كما هي موجودة وأما إذا كانت الزاوية مشتملة على درج ودقائق وعلى ثواني ليست توجد في الجداول وهي إذا اشتملت الزاوية المذكورة على ٣٧ درجة وه دقائق وه ثواني يقال ان الخانات الموجودة في الجداول توجد مقابلة الى ٣٧ درجة وه دقائق ثم تقابل كسور الدقيقة وهي ١٥ ثانية و ٣٠ ثانية وه ٤ ثانية والتسعة ثواني المذكورة أقل من ١٥ ثانية فعلى هذا يؤخذ جيب لوغار يتم ٣٧ درجة وه دقائق فيوجد ٧٨٠٣٠٠ ر و جيب ٣٧ درجة وه دقائق وه ١٥ ثانية = ٧٨٠٣٤٢ ر وإذا طرحنا الاول من الثاني يصير الباقي ٤٢ وحينه نتركب هذا للنسب نسبة ١٥ : ٩ :: ٤٢ : ٣٠٠٠ وه ٤٢ ر = ٣٠٠٠ ر تتضم على الانساب ٧٨٠٣٠٠ ر فيصير الحاصل ٧٨٠٣٢٥٢ ر وه هذا هو جيب الزاوية التي مقدارها ٣٧ درجة وه دقائق وه ثواني وفي هذا العمل يصير الاجراء في باقي الخطوط المساحية

\* (المسئلة الثانية) \*

إذا علم أحد انساب الخطوط المساحية وكان المطلوب مقدار الزاوية المقابلة للانساب المذكورة فيبحث عن مقدار الانساب المعلومه فان وجدت بجداول الخطوط المساحية فيؤخذ الدرج والدقائق والثواني المقابلة لها وأما إذا لم يجد بالجداول مقدار الانساب المذكورة كما اذا كان المطلوب مقدار الدرج والدقائق والثواني المقابل لما انساب ٧٨٠٣٢٥٢ ر من خانة الجيب فيصير البحث عن انساب العدد الذي يوجد أصغر من الانساب الموجودة فنجد ٧٨٠٣٠٠ ر وهذا يقابل لدرجة ٣٧ وه دقائق تم يؤخذ انساب الجيب التي توجد أكثر من الانساب المفروضة فتوجد ٧٨٠٣٤٢ ر وهي تقابل لدرجة ٣٧ وه دقائق وه ١٥ ثانية وإذا طرحنا انساب ٧٨٠٣٠٠ ر من انساب ٧٨٠٣٤٢ ر يصير الباقي ٤٢ وأيضاً إذا طرحنا انساب ٧٨٠٣٠٠ ر من مقدار الانساب المعلومه وهي ٧٨٠٣٢٥٢ ر يصير الباقي ٢٥٢ ثم يقال ٢٥٢ : ٤٢ :: ١٥ : ٢٥٢ فيكون من الثواني تخص عدد ٢٥٢ ر فيتركب



هذا التناسب نسبة ٤٢ : ٢٥٢ : ١٥ : ثانية : سه أو سه = ٩  
ثواني أعني ان انساب الجيب التي هي ٩٧٨٠٣٢٥٢ = ٣٧ درجة و ٥  
دقائق وه ثواني وهذا مقدار الزاوية المطلوبة ثم يصير اجراء هذا العمل  
في باقي المخطوط المساحية

(في بيان الدعاوى البحرية التي تحل بواسطة المثلثات المستقيمة الاضلاع)  
٧١ حيث كان الغرض من هذا الفن هو معرفة توجه السفائن من مكان  
الى آخر ومعرفة مكان السفينة هي في أي نقطة على سطح الارض وان  
هذا لا يعلم الا بواسطة استخراج مقادير الاطوال والعروض وتقدم ان  
المسافة التي تقطعها السفينة على خطوط انصاف النهار تسمى فرق  
العروض والمسافة التي تقطعها من جهة الطول تسمى بالتباعد والبعد  
الذي يوجد بين محل القيام ومحل الوصول يسمى مسافة ثم ومن هذه الاشياء  
الثلاثة يتشكل مثلث مستقيم الاضلاع قائم الزاوية وجميع اضلاعه وهي  
فرق العروض والتباعد والوتر تؤخذ من دقائق العروض ماعدا  
فرق الاطوال فانه يؤخذ من دقائق درج الاطوال وهو مخالف في الخمس  
للاضلاع الثلاثة لان تقاسيم درج الاطوال أصغر من تقاسيم درج  
العروض وبذلك السبب يوجد عدد الدقائق المأخوذة لفرق الطول أكثر  
عددا من أميال التباعد ويعلم مما تقدم ان مقدار عرض الاماكن يهتد من  
عند خط الاستواء المعتبر من فرد درجة الى حد كل قطب من قطبي الكرة  
وأما مقدار الطول فانه يهتد من كل جهة من جهتي خط انصف النهار الى  
١٨٠ درجة وتعتبر مقاديرها شرقية أو غربية بحسب وجود الاماكن ان  
كانت في جهة شرق نصف النهار المذكور أو في جهة مغربه

\*(امثلة من ذلك)\*

عرض القيام شمالي ٣٠ ٣٢ وعرض محل الوصول ٤٠ ٣٥ شمالي  
والمراد معرفة اميال فرق العروض

\*(صورة العمل)\*

عرض قیام شمالی ۳۰ ۳۲  
عرض وصول شمالی ۳۵ ۴۰

۰۳ ۱۰

۶۰

۱۸۰

۱۰

۱۹ = فرق العرضین

\*(مثال ثانی)\*

عرض محل القیام شمالی ۴۵ ۰۱

و عرض محل الوصول جنوبی ۲۰ ۰۵  
والمراد معرفة أمثال فرق العروض

عرض قیام شمالی ۴۵ ۰۱  
عرض وصول جنوبی ۲۰ ۰۵

۰۳ ۰۰

۰۳ ۵۰

۶۰

۱۸۰

۵۰

۲۳۰ = فرق العرضین جنوبی

\*(أمثلة فی فرق الطول)\*

طول محل القیام شرق ۳۳ ۵۳ و طول محل الوصول ۳۱ ۱۴  
شرق والمراد معرفة مقدار فرق الطولين

\*(مثال ثالث)\*

عرض قیام شمالی و أمیال ۳۰ ۳۲  
فرق العرضین ۱۹۰ میل شمالی

و المطلوب معرفة عرض محل  
الوصول

عرض قیام شمالی ۳۰ ۳۲  
فرق عرض شمالی ۰۳ ۱۰

عرض وصول شمالی ۳۵ ۴۰

\*(مثال رابع)\*

عرض محل القیام شمالی ۳۰ ۰۲  
و فرق العرضین ۲۱۰ میل

جنوب والمراد معرفة عرض محل  
الوصول

عرض قیام شمالی ۳۰ ۰۲  
فرق عرض جنوبی ۰۳ ۳۰

عرض محل الوصول جنوبی ۰۱ ۰۰

(مثال اول)

$$\begin{array}{r}
 ٥٣ \quad ٢٩ \quad \text{طول محل قيام شرق} \\
 ٣١ \quad ١٤ \quad \text{طول محل وصول شرق} \\
 \hline
 ٢٢ \quad ١٥ \\
 ٦٠ \\
 \hline
 ٩٢٥ = \text{فرق الطول غرب}
 \end{array}$$

\*(مثال ثانى)\*

$$\begin{array}{r}
 \text{طول محل القيام غرب } ٤٠ \quad ٠٧ \\
 \text{وطول محل الوصول غرب } ٥٠ \quad ١٢ \\
 \text{والمراد معرفة مقدار فرق الطولين}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 ٤٠ \quad ٠٧ \quad \text{طول قيام غرب} \\
 ٥٠ \quad ١٢ \quad \text{طول محل الوصول غرب} \\
 \hline
 ١٠ \quad ٠٥ \\
 ٦٠ \\
 \hline
 ٣٠٠ \\
 ١٠ \\
 \hline
 ٣١٠ = \text{فرق الطولين غرب}
 \end{array}$$

\*(مثال ثالث)\*

$$\begin{array}{r}
 \text{طول محل القيام شرق } ٣٠ \quad ٣ \\
 \text{وطول محل الوصول غرب } ٢٠ \quad ٢ \\
 \text{والمراد معرفة فرق الطولين} \\
 ٣٠ \quad ٣ \\
 ٢٠ \quad ٢ \\
 \hline
 ٥٠ \quad ٠
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 ٦٠ \\
 ٣٠٠ \\
 ٥٠ \\
 \hline
 ٣٥٠ = \text{فرق الطولين غرب}
 \end{array}$$

\*(مثال رابع)\*

$$\begin{array}{r}
 \text{طول محل القيام شرق } ٥٠ \quad ١٧٥ \\
 \text{وطول محل الوصول غرب } ٦٥ \quad ١٦٥ \\
 \text{والمراد معرفة فرق الطولين}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 ١٧٥ \quad \text{طول محل القيام شرق} \\
 ١٦٥ \quad \text{طول محل الوصول غرب} \\
 \hline
 ٣٤٠ = \text{أ مبال فرق الطولين غرب} \\
 ٣٦٠
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 ٢٠ = \text{دقائق المسافة التي توجد} \\
 \text{بين طول المكانين}
 \end{array}$$



\*(مثال خامس)\*

محل طول القيام شرق ١٦٨ درجة و ٤٠ دقيقة و فرق الطولين  
يساوي ٩٠٠ دقيقة والمطلوب طول محل الوصول

٤٠ ١٦٨ طول محل القيام شرق  
٠٠ ١٥٠ فرق الطولين شرق

٤٠ ١٨٣

٠٠ ٣٦٠

٣٠ ١٧٦ طول محل الوصول غرب

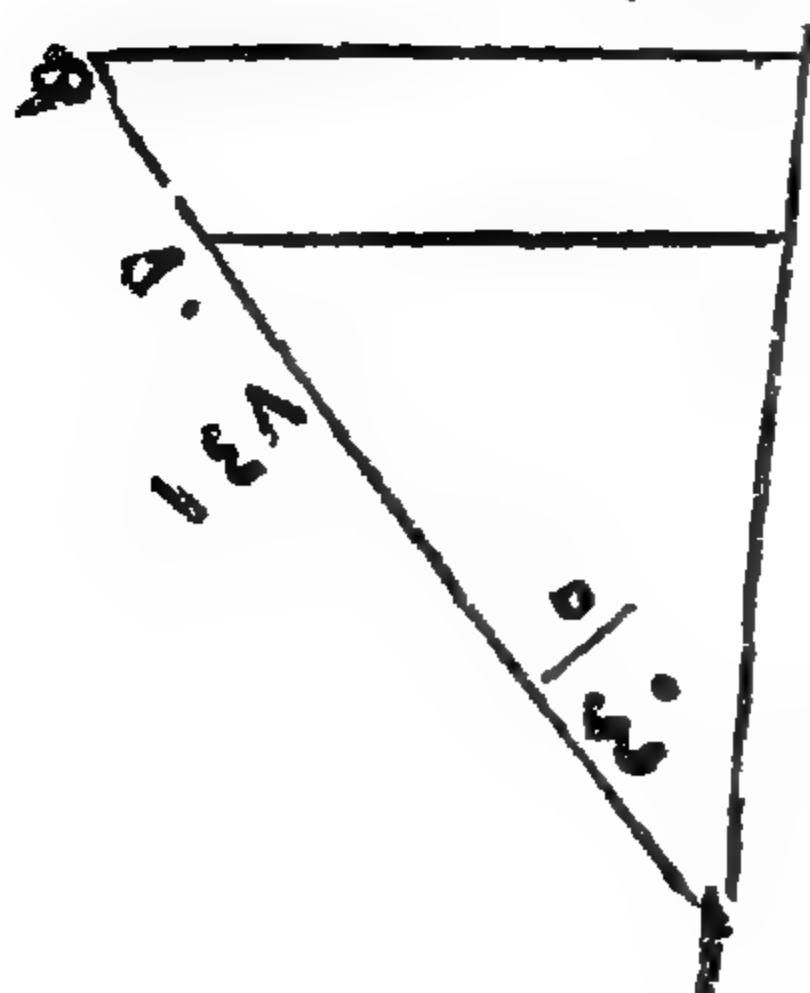
\*(في استخراج مجاهيل المثلث العائم الزاوية)\*

٧٢ اذا علم ثلاثة أشياء من الستة أشياء المركب منها المثلث فانه يعلم مقادير  
الثلاثة أشياء الباقية بشرط أن يكون في معلومات المثلث لا أقل من ضلع  
واحد وهذه المجاهيل تستخرج بواسطة ما سبق في علم المثلثات المستقيمة  
الاضلاع التي بها صار استخراج مجاهيل المثلث القائم الزاوية بواسطة  
المعلومات الثلاث

\*(مثال أول)\*

عرض محل القيام شمالي ٣١ درجة و ٢٩ دقيقة وطول محل القيام  
٢٩ درجة و ٣٥ دقيقة شرق نصفها غرب نويج واتجاه طريق السفينة  
قره بل كرتة بالذو كان مرور السفينة عليه ١٤٨ ميلا والمراد عرض وطول  
نقطة الوصول

\*(صورة العمل)\*



٤٥ ٣٣ اتجاه السفينة شمال مغرب  
١٥ ٠٦ انحراف البوصلة غربي  
٠٠ ٤٠ اتجاه صحيح شمال مغرب  
برسم مثلث شمال مغرب و يوضع  
عليه مقدار الاتجاه الصحيح

وحيث علم في هذا المثلث زاوية الاتجاه أعني زاوية أ والوتر أ ب والزاوية  
القائمة فبصير استخراج مقدار التباعد و الفرق الطول بالتناسبات الآتية  
وهي أن يقال في كل مثلث نسبة جيب الزوايا إلى بعضها كنسبة الاضلاع  
المقابلة للزوايا المذكورة أعني نسبة جاتق : ١٤٨ أميال الوتر ::  
جيب الزاوية ٤٠ درجة : ب ج مقدار التباعد وأنه اذا صار الجبل  
بواسطة اللوغار يتم يؤخذ انساب ١٤٨ ويضم على جيب ٤٠ درجة  
ويطرح من المجموع جيب نصف القطر وينظر على الباقي من انساب العدد  
ينتج مقدار التباعد هكذا  
مطلوب مقدار فرق العرض

|             |             |
|-------------|-------------|
| ١٠ ر ٠٠٠٠٠٠ | جا نصف قطر  |
| ١٧٠٢٦٢ ر ٢  | انساب ١٤٨   |
| ٨٨٤٢٥٤ ر ٩  | جتا ٤٠ درجة |
| ١٢ ر ٠٥٤٥١٦ |             |
| ١٠ ر ٠٠٠٠٠٠ |             |
| ٢ ر ٠٥٤٥١٦  | ١١٣ ر ٤     |
| فرق العرض   |             |

\*(تنبيه)\*

الكسور العشرية الموجودة  
في مقادير فرق العرض و فرق  
الاماوال دائما تضرب في ٦ فتحول  
الى ثواني

|                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| ١٠ ر ٠٠٠٠٠٠          | جا نصف القطر      |
| ١٧٠٢٦٢ ر ٢           | انساب ١٤٨         |
| ٨٠٨٠٦٧ ر ٩           | جتا ٤٠ درجة       |
| ١١ ر ٩٧٨٣٢٩          | يكون              |
| ١٠ ر ٠٠٠٠٠٠          |                   |
| ١ ر ٩٧٨٣٢٩           | من انساب العدد    |
| ٩٥ ر ١٣              | وهو مقدار التباعد |
| مطلوب فرض محل الوصول |                   |

|    |                   |
|----|-------------------|
| ٣١ | عرض محل القيام    |
| ١١ | شمالى             |
| ٢٤ | فرق العرضين شمالى |
| ٥٣ |                   |
| ٠٤ | عرض محل الوصول    |
| ٢٤ | شمالى             |

وأما استخراج فرق الطولين الذي هو د ه يقال في مثلثي أ ب ج و  
أ د ه المتشابهين ان خط أ د يساوى فرق العروض المعنية و أ ب

يساوى فرق العرضين وب ج يساوى التباعد و ه يساوى لفرق الطولين وحيث كان ذلك يؤخذ درج ودقائق عرض القياس من جداول العروض الستية فيوجد ١٩٧١ ثم يؤخذ من الجداول المذكورة درج ودقائق عرض الوصول فيوجد ٢١٠٤ ويطرح الاول منه فيصير الباقي ١٣٣ وهو يساوى ضايع ا و ثم يقال في المثلثين المذكورين نسبة فرق العرض الاصلى ١١٣٤ : ١٣٣ فرق عرض سعى ١٣ : ٩٥ ملاحظة ان التباعد : فرق الطول المجهول وب تحويل ذلك الى عمل لو غاريثى يصير

١٧١٢ : ٥٥٦١٣ :: ١٣ : ٩٥

١٧١٢ : ٥٥٦١٣ :: ١٣ : ٩٥

١٧١٢ : ٥٥٦١٣ :: ١٣ : ٩٥

١٧١٢ : ٥٥٦١٣ :: ١٣ : ٩٥

١٧١٢ : ٥٥٦١٣ :: ١٣ : ٩٥

ع

٥٧٥٥٦ : ٢٢ ينظر من الانساب = ١١١٢ : ١٣ يساوى فرق الطول (طريق آخر لاستخراج فرق الطولين)

يجمع عرض محل القياس على عرض ر الودول ويؤخذ النصف فينتج مقدار نصف مجموع العرضين ويسمى عرض الوسط المتوازي وأما اذا كان عرض العرض القياس مخالفاً لجنس عرض الودول فيطرح أحدهما من الآخر ويؤخذ نصف الباقي فينتج مقدار درج الوسط المتوازي ثم يقال نسبة تمام جيب منتصف العرضين : أ إلى التباعد : نصف القطر : مقدار فرق الطول المجهول لانتا اذا فرضنا ا ح ه ك كافي شكل (٢٣) اسطح الارض ومركزها في ب ونقطة (أ) مكان القطب الشمالى ورسمنا زاوية ج ب د = لزاوية منتصف العرضين وانزلنا من نقطة ج د عمودا على القطر ا ه و ايضا من نقطة ج د عمودا على القطر ك ه و اخرجنا من نقطة ح خطا مماسا حتى يتلاقى مع ضاع ب ج الممدود على استقامته في نقطة ل فينشد بكون خط ج د يساوى ب د وكذا ج د يساوى د ب ولاكن ج د هو تمام الجيب لزاوية



ج ب د (و) ل ح عبارة عن مقدار فرق الطول و يصير في مثلث  
ج ب د (و) ل ب ح المتشابهين نسبة ب د : ب ح ::  
ج د : ح ل و يأخذ كل شيء مساويه يصير جتا ج ب د : تق  
:: ج د مقدار التباعد : ل ح مقدار فرق الطول وبهذه  
القاعدة يصير استخراج فرق الطول في كل مثلث قائم الزاوية هكذا

| مطلوب فرق الطول |                   |
|-----------------|-------------------|
| ٣٢٢٠٧٤٢         | عرض قيام شمالي    |
| ٩٩٢٧٨٠٧         | عرض الوصول شمالي  |
| ١٠٠٠٠٠٠٠        | انساب تق          |
| ٩٧٨٣١٧          | انساب التباعد     |
| ١٣ ٩٥           | مبلا              |
| ١١٩٧٨٣١٧        |                   |
| ٩٩٢٧٨٠٧         |                   |
| ٢٠٥٠٥١٠         | ينظر من انساب     |
| ١١١٦            | العدد = فرق الطول |

\*(طريق آخر لاستخراج فرق الطول)\*

يقال في المثلث ا ب د هو نسبة ظل الزاوية المحادة الى الضلع المقابل لها  
كنسبة نصف القطر الى الضلع الثاني من المثلث المذكور و يأخذ كل  
شيء مساوية يصير ظا ٤٠ درجة الى فرق الطول كنسبة نصف القطر  
الى ١٢٣ فرق عرض سمى وبالعامل اللوغاريتمي يضم ظل الزاوية على  
انساب فرق تزايد العرض السمي و يطرح من الحاصل نصف القطر  
وتنظر على الباقي من الانساب هكذا

| مطلوب طول الوصول |                    |
|------------------|--------------------|
| ٢٩ ٥٣ ٠٠         | طول قيام شرق       |
| ٠١ ٥١ ٣٦         | فرق الطول غرب      |
| ١١١٦             |                    |
| ٢٨ ٥١ ٢٤         | طول محل الوصول شرق |
| ١٠٠٠٠٠٠٠         | انساب نصف القطر    |
| ٩٩٢٣٨١٣          | ظا ٤٠ درجة         |
| ١٢٣٨٥٢           | انساب ١٢٣          |
| ١٢٠٤٧٦٦٥         |                    |
| ١٠٠٠٠٠٠٠         |                    |
| ٢٠٤٧٦٦٥          | ينظر من انساب      |
| ١١١٦             | العدد =            |

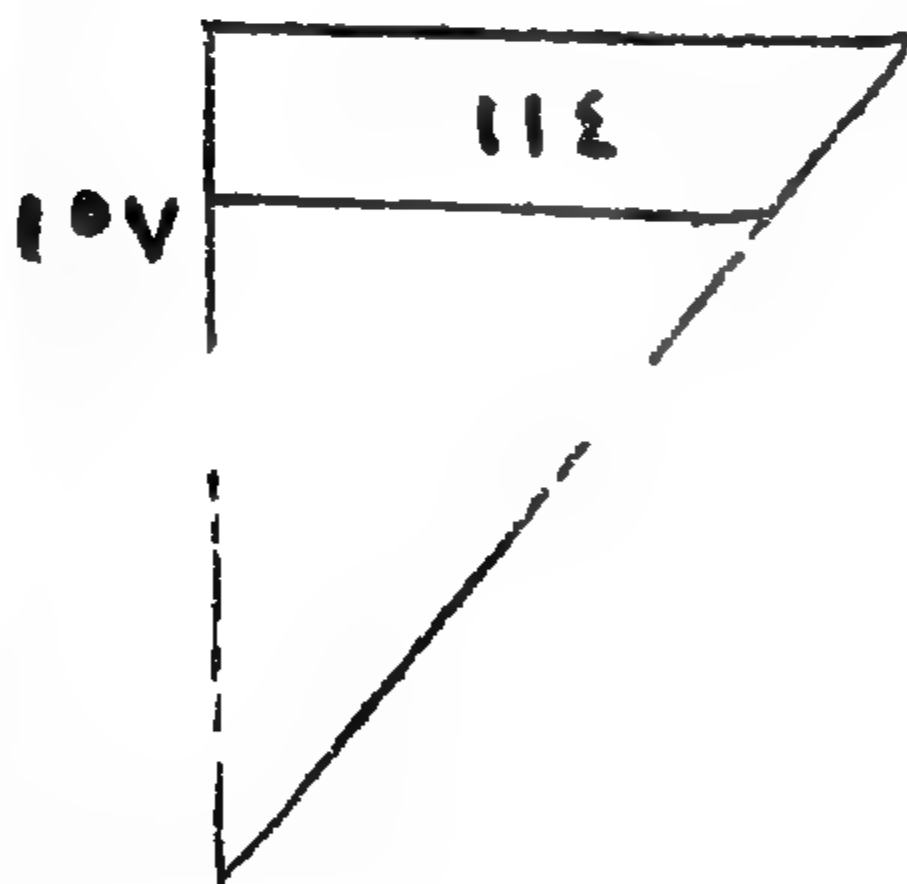
## طريق آخر لاستخراج فرق الطول

يؤخذ درجة منتصف العرضين من جداول مجاهيل المثلث القائم الزاوية  
ويؤخذ مقدار التباعد من خانة فرق العرض والعدد الذي يوجد في خانة  
الوتر يكون مساوياً بالفرق الطول المجهول وهذه العملية أسهل من  
العمليات المتقدمة ذكرها ومن بعد استخراج فرق الطول المذكور يصير  
وضعه تحت طول القيام ويضم أو يطرح حسب ما تقدم فينتج مقدار طول  
الوصول

\*(مثال ثانى)\*

عرض محل القيام شمالى ٣٠ ٣٨ والطول ١٥ ٢٤ غرب نصف  
نهار غروب و عرض الوصول ٠٧ ٤١ شمالى والتباعد ١١٤  
ميلاً وكان اتجاه السفينة في زاوية شمال مشرق والمطلوب معرفة مقدار  
درج الاتجاه والمسافة وطول الوصول

\*(صورة العمل)\*



عرض محل القيام شمالى ٣٠ ٣٨  
عرض الوصول شمالى ٠٧ ٤١

٠٢ ٣٧

٦٠

١٢٠

٣٧

١٠٧ = فرق العرض شمالى

مطلوب درجة المثلث  
يقال في المثلث المذكور ظل  
الزاوية المحادة يساوى الضلع  
المقابل لها مقسوماً على الضلع الآخر

وهو همان ذلك اذا فرض في مثلث ج ي ب القائم الزاوية كما سبق في  
شكل (٢٣) نقطة ب مركزاً و ب ي خط ج ب نرسم دائرة ثم نقطع خط





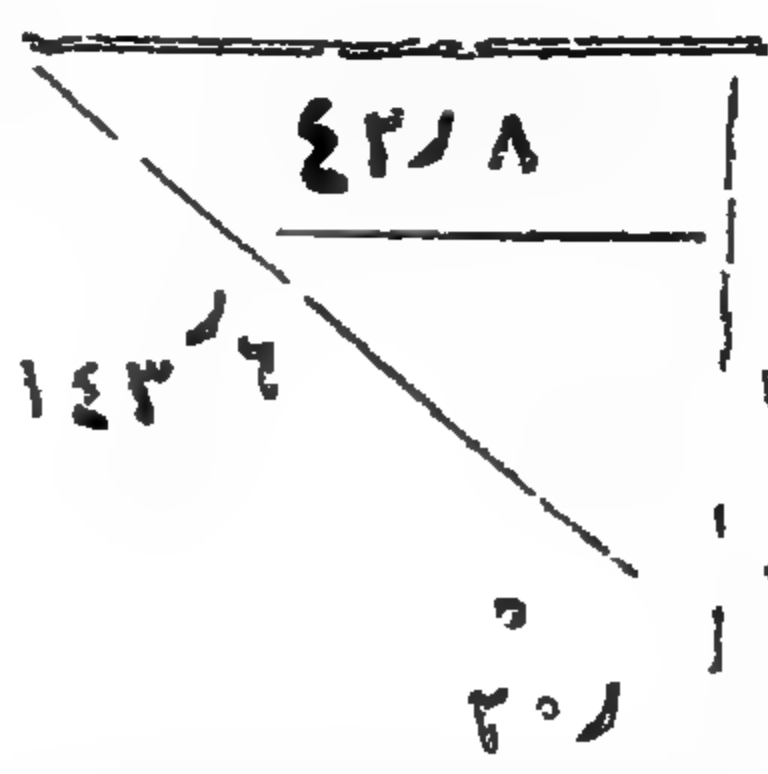
| مطلوب نصف العرضين | مطلوب فرق الطول    |
|-------------------|--------------------|
| ٣٨ ر ٣٠ ر ٠٠      | ٩ ر ٨٨٥٤٦٩         |
| ١ ر ٠٧ ر ٠٠       | ٣٩ ر ٤٨ ر ٣٠       |
| ٧٩ ر ٣٧ ر ٠٠      | ١ ر ٠٠٠٠٠٠         |
| ٣٩ ر ٤٨ ر ٣٠      | ٢ ر ٠٥٦٩٠٥         |
| مطلوب طول الوصول  | ١٢ ر ٠٥٦٩٠٥        |
|                   | ٩ ر ٨٨٥٤٦٩         |
|                   | ٢ ر ١٧١٤٣٦         |
|                   | ٤ ر ٤٨ = فرق الطول |

١٥ ر ٠٠ - طول قيام غرب  
 ٢٤ ٢٨ ٠٢ فرق الطول شرق ٤ ر ٤٨  
 ٣٦ ٤٦ ٢١ طول محل الوصول غرب

\*(مثال ثالث)\*

عرض محل اقيام شمالي ٠٢ ٤١ والطول ٢٥ ٥٩ غرب و عرض  
 الوصول ٥٨ ٤٢ درجة شمالي و سمت اتجاه السفينه ١٥ ١١ درجة شمال  
 مغرب انحراف البوصله ١ درجات غربي مطلوب الوتر التمساع و فرق  
 الطول و طرل الوصول  
 \*(صورة العمل)\*

| مطلوب فرق العرض | مطلوب فرق العرض |
|-----------------|-----------------|
| ١٥ ١١           | ١٥ ١١           |
| ٠٩ ٠٠           | ٠٩ ٠٠           |
| ٢٠ ١٥           | ٢٠ ١٥           |
| ٥٧ ر ٥          | ٥٧ ر ٥          |



٠١ ر ٥٦  
 ٦٠  
 ٦٠  
 ٥٦  
 ١١٦ = فرق العرض

| مطلوب وراثات                | مطلوب فرق الطول               |
|-----------------------------|-------------------------------|
| ٩٠٢٧٧٠٩ ١٠ ر قاطع الاتجاه   | ٩٠٨٧١٠٧٣ ر جيب تمام نصف       |
| ٢٠ ١٥                       | مجموع العرضين                 |
| ٢٠٦٤٤٥٨ ر أنساب فرق العرض   | ١٠٠٠٠٠٠٠ ر أنساب نصف القطر    |
| ١١٦                         | ١ ر أنساب التباعد             |
| ١٢٠٩٢١٦٧                    | ٤٢ ٠٨                         |
| ١٠ ر ٠٠٠٠٠٠                 | ١١ ر ٦٣١٣٤٢                   |
| ٢٠٩٢١٦٧ ر من انساب العدد    | ٩٠٨٧١٠٧٣ ر                    |
| ٦ ر ٢٣١ = الوز              | ١٠٧٦٠٢٦٩ ر ينظر من الانساب    |
| مطلوب نصف مجموع العرضين     | ٥٧ ر ٥ = فرق الطول            |
| ٠ ٢ ١ عرض قيام شمالي        | مطلوب طول الوصول              |
| ٥٨ ٤٢ عرض وصول شمالي        | ٥٩ ر ٣٠٠ طول القيام غرب       |
| ٠٠ ٨٤ يكون العرضين          | ٠٠ ر ٥٧٣ فرق طول غرب          |
| ٠٠ ٤٢ منتصف العرضين         | ٦٠ ر ٢٢٣ طول محل الوصول       |
| مطلوب التباعد               | غرب                           |
| ٩٠٩٧٢٢٩١ ر جتا ١٥ ٢٠        | *(مثال رابع)*                 |
| ٢٠٦٤٤٥٨ ر أنساب فرق العرض   | ٣٧ ٥٠ عرض محل القيام شمالي    |
| ١١٦                         | ٢ ٠٠ غرب الاتجاه              |
| ٩٠٥٣٩٢ ر جا ١٥ ٢٠           | السفينة ٠٠ ٢٠ شمال مشرق       |
| ١١٦٠٢ =                     | وسقوط السفينة ٣ درجات الى جهة |
| ٩٠٩٧٢٢٩١ ر                  | الشمال انحراف البوصلة ١٦ غربي |
| ١٠ ر ٦٣١٣٤٢ ر ينظر من انساب | وأميل التباعد ٦٧ ميلوا لمطلوب |
| ٨ ر ٤٢ = التباعد            | فرق العروض وعرض الوصول        |
|                             | وفرقي الطول وطول الوصول       |

| مطلوب الوتر                    | صورة العمل                     |
|--------------------------------|--------------------------------|
| ٠                              | ٠                              |
| ٠٧٦٤٠٩ ٠ ر ١٠ قاطع الانحاء ٣٣  | ٠٠ ٥٢ اتجاه السفينة شمال مشرق  |
| ٠١٣٦٨٠ ٣ ر انساب فرق           | ٠٠ ٠٣ سقوط جهة الشمال          |
| العرض ٠٣٢                      | ٠٠ ٤٩ شمال مشرق                |
| ١٣ ر ٠٩٠٠٨٩                    | ٠٠ ١٦ انحراف البوصلة غربي      |
| ١٠ ر ٠٠٠٠٠٠                    | ٠٠ ٣٣ سمت اتجاه السفينة        |
| ٣ ر ٠٩٠٠٨٩ يتظر من الانساب     | الصحيح شمال مشرق               |
| ١٢٣٠ = الوتر                   | مطلوب فرق العرض                |
| مطلوب فرق الطول                | ٠٩ ٧٣٦١٠٩ ر ٩ جا اتجاه ٣٣      |
| ٩ ر ٨٢٨٣٤٤ جتا منتصف           | ٠٧ ٨٢٦٠٧٥ ر ٢ انساب التباعد ٣٧ |
| العرضين ٢٦ ٤٦                  | ٠٩ ٩٢٣٥٩١ ر ٩ جتا ٣٣           |
| ١٠ ر ٠٠٠٠٠٠ انساب نصف          | ١٢ ر ٧٤٩٦٦٦                    |
| القطر                          | ٠٩ ٧٣٦١٠٩ ر ٩                  |
| ٠٧ ٨٢٦٠٧٥ ر ٢ انساب التباعد ٦٧ | ٠٧ ١٣٥٥٧ ر ٣ من انساب العدد    |
| ١٢ ر ٨٢٦٠٧٥                    | = ١٠ ٢٢ فرق العرض شمال         |
| ٩ ر ٨٢٨٣٤٤                     | مطلوب عرض الوصول               |
| ٢ ر ٩٨٧٧٣١ يتظر من الانساب     | ٠٠ ٣٧ ٥٠ ر ٢ عرض قيام شمالي    |
| = ٩٧٢ ر ٢ فرق الطول            | ٠٠ ١٧ ١٢ ر ١٧ فرق عرض شمالي    |
| مطلوب طول الوصول               | ٠٢ ٥٥ ر ٢ عرض وصول شمالي       |
| ٠                              | (مطلوب نصف مجموع العرضين)      |
| ٠٢ ٠٥ ٠٤ طول القيام غرب        | ٠٠ ٣٧ ٥٠ ر ٢ عرض قيام شمالي    |
| ١٢ ١٢ ١٦ فرق طول شرق           | ٠٢ ٥٥ ر ٢ عرض وصول شمالي       |
| ٩٧٢ ر ٢                        | ٠٢ ٩٢ ر ٥٢ يكون العرضين        |
| ١٢ ٠٧ ٠٤ طول الوصول شرق        | ٢٦ ٤٦ ر ٢ نصف العرضين          |



مطلوب فرق العرض

ΣΛ .ο ιο 6 9/ΛΥΙΥΥ.

٢٠٤١٢٠٢٢ انساب تباعد ١٦

ΣΑ 00 10 10 9/1824VVR

057-58895

928V17V.

٢١١٥٧٢٢٣ يظهر من الانساب

۳۶۱ = ورق العرض

## معايوب عرض الوصول

۳۱۰۷۱۸۴۵ عرفیہ سماجی

۲۶/۲۲۰۰ فوق - برص - سال ۱

٣٦ ر ٣٥ ر ٣٣ ر ٣٢ ر ٣١ ر ٣٠ ر ٢٩ ر ٢٨ ر ٢٧ ر ٢٦ ر ٢٥ ر ٢٤ ر ٢٣ ر ٢٢ ر ٢١ ر ٢٠ ر ١٩ ر ١٨ ر ١٧ ر ١٦ ر ١٥ ر ١٤ ر ١٣ ر ١٢ ر ١١ ر ١٠ ر ٩ ر ٨ ر ٧ ر ٦ ر ٥ ر ٤ ر ٣ ر ٢ ر ١ ر ٠ ر

۱۰. لوب نه فحج، ع اعرصی

۰۰ ۱۱ ۳۱ عرض پیام شمالی

٣٦ ٣٤ ٣٣ ع-رض الوصول

## شمالی

۳۶ ۴۰ ۶۲ یکوں الرفضی

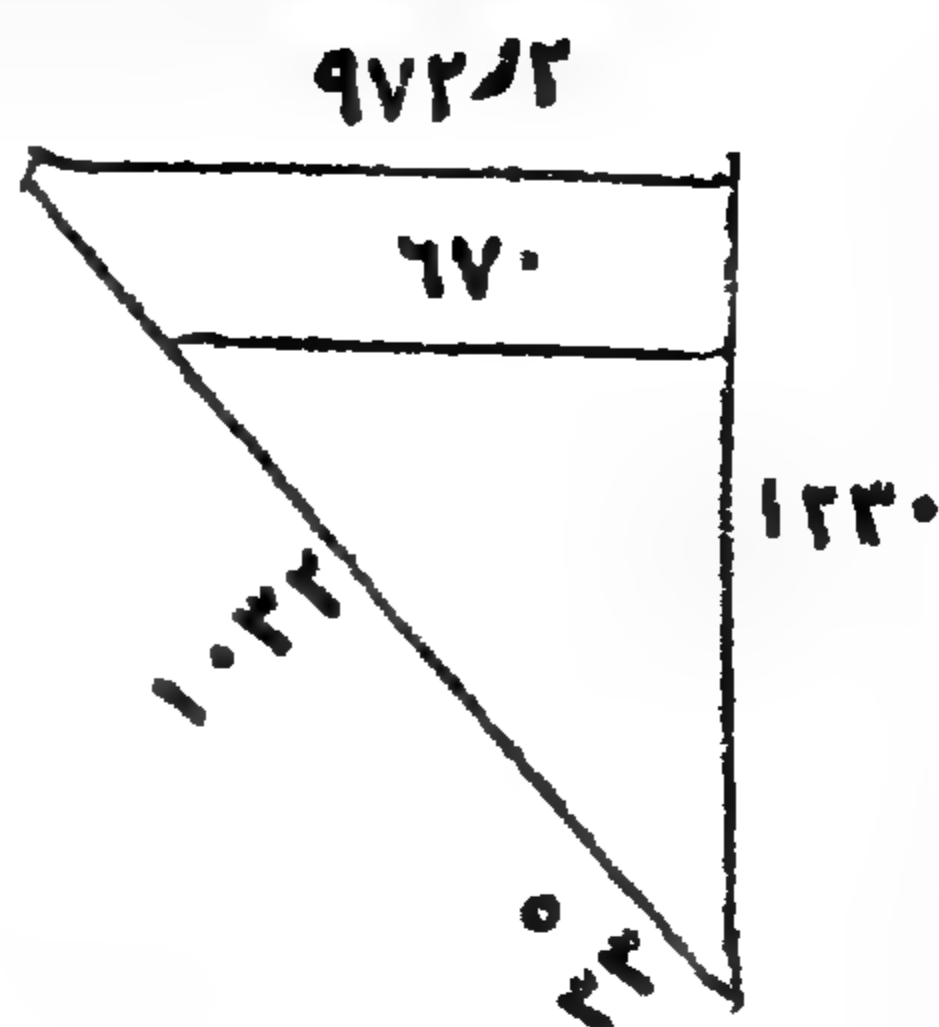
٤٨ ٢٢ ٣٢. تصف اعرصين

1895

٦٠

1524

ΣΑ 0 10



\* (مثال خامس) \*

عرض محل القیام شمالی ۱۱ ۳۱

والطول ٥٣ ٢٩ شرق اتجاه

اسفينة في زاوية شمال مشرق

وقامت مسافة ١٥ ميل من

التقاعد ١٦٠ ميل ٥٠ لوب درجة

## النتائج وعرض الوصول ومآل

## الوصول

## مطالب درجه المات

٢١٥ انساب الوتر ٣٣٣٢٤٣٨

..... ١٠٠٠ جائف القطر

۲۰۴۲۲ انسحاب عدد تباعد

170

12/2. 212.

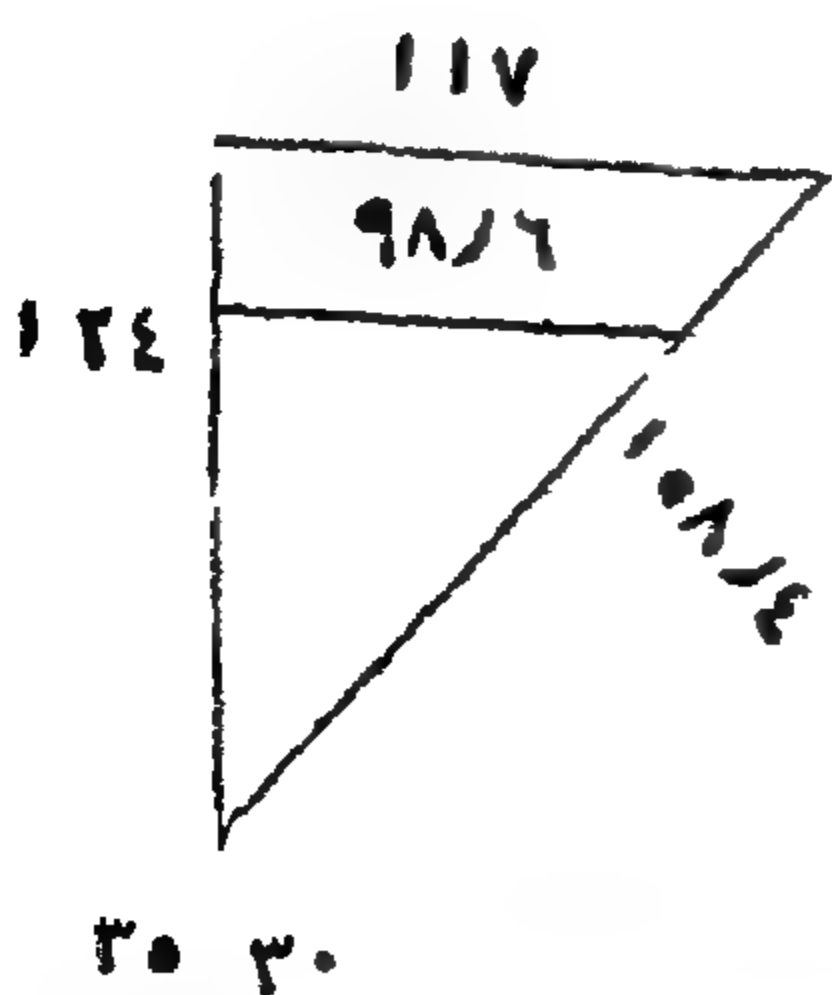
٢٠٢٢

٩٥٨٧١٦٨٢ ج نظر =

١٥ ٠ ٥ ٤٨ درجة المثلث

مطالو

| صورة العمل                | مطلوب فرق طول                  |
|---------------------------|--------------------------------|
| • —                       | ٩٩٢٦٦٣١ جتانصف العرضين         |
| • —                       | • —                            |
| ٢٩٨٥٣ طول القيام شرق      | ٣٢٢ ٢٢٨٤٨                      |
| ٣١٨٥٠ طول الوصول شرق      | ١٠٠٠٠٠ نصف القطر               |
| • —                       | ١٢٠٠٤٢٢٠٤١٢٠ أنساب التباعد ١٦٠ |
| ١٨٥٧                      | • —                            |
| ٦٠                        | ١٢٢٠٤١٢٠                       |
| • —                       | • —                            |
| ٦٠                        | ٩٩٢٦٦٣١                        |
| ٥٧                        | • —                            |
| ١١٧ فرق الطول شرق         | ٢٢٧٧٤٨٩ من الانساب =           |
| مطلوب ترايد فرق العرضين   | ١٨٩٨٤ = فرق أطول               |
| ٩٩٠٠٦٠٠ عماس الانجباء     | • —                            |
| • —                       | مطلوب طول الوصول               |
| ٣٨ ٣٠                     | • —                            |
| ١٠٠٠٠٠٠٠ أنساب نصف القطر  | • —                            |
| ٦٨١٨٦ ٢ أنساب فرق طول     | ٢٩٨٥٣٠٠ طول قيام شرق           |
| ١١٧                       | ٣٢٠٩٨٢٤ فرق طول شرق            |
| ١٢٠٦٨١٨٦                  | ١٨٩٨٤                          |
| ٩٩٠٠٦٠٠                   | ٣٣٢٠٢٢٤٤ ماون محل الوصول       |
| ٢٨١٦٧٥٨١ من انساب العدد   | شرق                            |
| ١٤٧٨١ = ترايد فرق العرضين | • —                            |
| ١١٧                       | المثال السادس • —              |
| ٩٨٨٦                      | عرض القيام شمالي ١١ ٣١         |
| ١٢٤                       | والطول شرق ٢٩ ٥٣ وانجباء       |
| ١٥٨٤                      | السفينة ٣٠ ٣٨ شمال مشرق        |
| ٣٥ ٣٠                     | وطول محل الوصول ٥٠ ٣١ شرق      |
|                           | مطلوب الوتر وعرض الوصول        |



ولاجل استخراج فرق العرض الأصلي يؤخذ من جداول العروض  
السمتية العدد المقابل لعرض ١١ ٣١ نجد ١٩٧٠ ثم يضم إليه  
عدد ١٤٧ وهو مقدار تزايد فرق العرض فيصير المحاصل ٢١١٧ فيبحث  
عن ذلك في جداول العروض السميتة فنجد مقابلا إلى ١٥ ٣٣ وهذا  
يكون مساويا لعرض الوصول ونظير طرح منه عرض القيام وهو  
١١ ٣١ وبحول الباقي إلى أميال فيصير مساويا ١٢٤ ميل وهو فرق  
العرض الأصلي

مطالوب الوتر

١٠٠٠٠٠٠٠ ١٠٠٠٠٠٠٠٠  
١٠٠٠٠٠٠٠ ١٠٠٠٠٠٠٠٠  
١٠٠٠٠٠٠٠ ١٠٠٠٠٠٠٠٠  
١٠٠٠٠٠٠٠ ١٠٠٠٠٠٠٠٠

١٢٠١٩٩٨٧٨

١٠٠٠٠٠٠٠٠

١٢٠١٩٩٨٧٨ من الانساب ١٠٨٨٤ مقدار الوتر

• (تنبيهان) •

(الاول) اذا كان محل القيام ومحل الوصول يوجدان على خط نصف نهار  
واحد أي ان طولهما متساوي فيكون الاتجاه على سمت الشمال أو الجنوب  
حسب توجه السفينة ان كان لجهة الشمال أو الجنوب والمسافة بينهما  
تساوي لفرق العرضين واذا وجد المكانان على خط موازي لخط الاستواء  
اعني يكون عرضهما متساويا فيؤخذ أحد العرضين من درج جداول  
المثلث القائم الزاوية ويؤخذ فرق الطول من خانة الوتر والعدد الذي يوجد  
في خانة فرق العرض يكون مساويا للمسافة وأما اذا كانا المكانان يوجدان  
على خط الاستواء فيؤخذ فرق العرضين من درج الجداول  
ولا يختلف درج العروض عن درج الاطوال في القياس الا من ابتداء  
الدرجة السادسة من العروض وبهذا السبب يكون فرق الطولين  
متساوي للمسافة بين المكانين المذكورين



(الذاني) ان مقدار الاتجاه الذي صار استخراجا فهو الاتجاه الصحيح ولاجل  
تحويله الى اتجاه البرصلة يطرح منه مقدار الانحراف بعكس ما تقدم  
• (مسائل للمرين) •

(الاولى) اذا كان عرض محل القيام ٣١ درجة و ١١ دقيقة شمالي  
والطول ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرق واتجاه السفينة ٩ درجات شمال  
مشرق وانحراف البرصلة ٦ درجات غربي وسير السفينة ٤٠٠ ميلا  
والمطلوب عرض وطول محل الوصول (فالجواب) يصير عرض محل الوصول  
٣٧ درجة و ٥١ دقيقة شمالي وطول الوصول يساوي طول القيام  
(الثانية) اذا كانت السفينة على خط الاستواء وطول محلها ٦ درجات  
شرق واتجاه السفينة على المغرب الصحيح وقطعت ١٢٠٠ ميلا والمطلوب  
عرض وطول محل السفينة (فالجواب) يصير عرض محل الوصول مساويا  
صفر درجة وطول محل الوصول ١٤ درجة غربي

(الثالثة) اذا كان عرض محل القيام ٣٦ درجة شمالي والطول ٦  
درجات و ٣٠ دقيقة غربي واتجاه السفينة على المغرب الصحيح وقطعت  
١٠٠٠ ميل والمطلوب عرض وطول محل الوصول (فالجواب) عرض  
الوصول يساوي مقدار عرض القيام وطول محل الوصول يساوي ٢٧  
درجة و ٤٠ دقيقة غربي

(الرابعة) اذا كان عرض محل القيام ٣٥ درجة و ٥٠ دقيقة شمالي  
والطول ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرق وعرض الوصول ٣٥ درجة و ٥٠  
دقيقة شمالي وطول الوصول ١٤ درجة و ٣٠ دقيقة شرق والمطلوب  
المسافة بينهما والاتجاه (فالجواب) يصير الاتجاه على المغرب الصحيح والمسافة  
تساوي ٧٤٧ ميلا

(الخامسة) اذا كان عرض محل القيام ٣١ درجة و ١١ دقيقة شمالي  
والطول ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرق وعرض الوصول ٢٦ درجة  
و ٢٠ دقيقة شمالي والطول ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرق والمطلوب  
البعد والاتجاه (فالجواب) يصير الاتجاه على الشمال الصحيح والمسافة  
تساوي ٢٠٩ من الاميال

(السادسة) اذا كان عرض محل القياس ٨٠ درجة شمالي والطول ٥ درجات و ٣٠ دقيقة شرقي وعرض الوصول ٨٠ درجة شمالي والطول ٦ درجات و ٣٠ دقيقة غربي والمطلوب البعد والاتجاه (فالجواب) يكون الاتجاه على المغرب الصحيح والمسافة تساوي ١٢٥ ميلا  
(في معرفة محل السفينة على الخريطة بواسطة اتجاهين يؤخذان من محل معلوم مكانه وعرض وطول محله)\*

٧٣ هذا العمل تقدم في بند (٥٥) بواسطة الاجراء بالمسطرة المتوازية ذات الدرج ولنبين الآن استخراجهم بمجاهيل المثلث المتككون من خط اتجاه السفينة وخطي الاتجاهين المأخوذين من المحل المعلوم مقدار عرض وطول محله بالبر (مثال ذلك) اذا كانت السفينة بالغرب من جزيرة رودس التي عرضها تساوي ٣٦ درجة و ٣٩ دقيقة شمالي والطول ٢٨ درجة و ١٤ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج ثم اخذ اتجاه فنار الجزيرة المذكورة بواسطة البوصلة ووجد ٧٥ درجة شمال مشرق ثم صار مرور السفينة على اتجاه ٦١ درجة شمال مشرق وبعد مرورها بقدر ١٢ ميلا صار اخذ اتجاه الفنار المذكور مرة ثانية فوجد ١٣ درجة في زاوية شمال مغرب وكان انحراف البوصلة ٧ درجات غربي والمطلوب معرفة موقع السفينة  
(صورة العمل)\*

| مطلوب تصحيح الاتجاه الاول  |                      |
|----------------------------|----------------------|
| ٣٧ ٠٠                      | اتجاه شمال مشرق      |
| ٠٧ ٠٠                      | انحراف غربي          |
| ٣٠ ٠٠                      | اتجاه صحيح شمال مشرق |
| مطلوب تصحيح الاتجاه الثاني |                      |
| ١٣ ٠٠                      | اتجاه شمال مغرب      |
| ٠٧ ٠٠                      | انحراف غربي          |
| ٢٠ ٠٠                      | اتجاه صحيح شمال مغرب |
| مطلوب تصحيح اتجاه السفينة  |                      |
| ٦١ ٠٠                      | اتجاه شمال مشرق      |
| ٠٧ ٠٠                      | انحراف غربي          |
| ٥٤ ٠٠                      | اتجاه صحيح شمال مشرق |

و بيان ذلك

نرمز موقع الفنار بحرف (٩) ويرسم منها زاوية تساوي ٣٠ درجة جنوب

مغرب ثم نرسم أيضا من نقطة (أ) زاوية أخرى تساوي ٢٠ درجة في زاوية جنوب شرق ونضع المسطرة المتوارية على الاتجاه شمال مشرق ونجعل خط نصف النهار قاطعا في ٤٠ درجة وتحرك المسطرة بالتوازي الى ان تقطع خطي الاتجاهين الاولين وتكون المسافة بينهما تساوي ١٢ ميلا ونرسم خط آخر يقطع خطي الاتجاهين المذكورين فيحدث من ذلك مثلث أ ب ج ويكون ضلع ب ج يساوي ١٢ ميلا ثم نستخرج زوايا الثلاث بالاعمال الآتي كما في شكل (٢٥)

ولاستخراج زاوية ب أ ج يقال حيث كانت زاوية الاتجاه الاول تساوي لزاوية ع أ ج بالتبادل وزاوية ب أ ع تساوي مقدار الاتجاه الثاني فيصير مجموع مقداري الاتجاه الاول والثاني يساوي زاوية ب أ ج واذا طرحنا مقدار الاتجاه الاول من زاوية الاتجاه السابعة يصير الباقي مقدار زاوية أ ح ب واذا طرحنا مجموع زاويتي ب أ ح و ح أ ب من ١٨٠ درجة يصير الباقي مساويا لزاوية أ ب ح الثالثة وحيث علم في المثلث ضلع ب ح وزواياها ثلاث فمستخرج ضلع أ ب بالتناسبة الاتية نسبة جازاوية ب أ ح : ضلع ب ح ١٢ :: جام مقدار زاوية أ ح ب : ضلع أ ب كما تقدم في بند (٧٢) واذا انزلنا من نقطة ب عمودا على خط نصف النهار المار بنقطة الفئار فيحدث مثلث جنوب مشرق ويكون معلوم فيه زاوية الاتجاه ٢٠ درجة والضلع أ ب والزاوية القائمة وبواسطة المعلومات الثلاثة نستخرج فرق العرض و فرق الطول كما تقدم

### صورة العمل

مطلوب الزاوية أ ح ب

•

$$ل ح ب = ٤٠$$

$$ل ح أ = ٢٠$$

---


$$أ ح ب = ٢٤$$

مطلوب زاوية ب أ ح

•

$$ب أ ع = ٢٠$$

$$ع أ ح = ٢٠$$

---


$$ب أ ح = ٤٠$$



مطلوب ضلع ا ب  
 ٩٨٨٤٢٥٤ جا ٥٠ درجة  
 ٠٧٩١٨١ انساب ١٢  
 ٩٦٠٩٣١٣ جا ٢٤  
 ١٠٧٦٨٨٤٩٤  
 ٩٨٨٤٢٥٤  
 ٠٨٠٤٢٤٠ من الانساب  
 ٦٧٤ = ضلع ا ب

مطلوب الزاوية ا ب ج  
 ب ا ج = ٥٠  
 ا ج ب = ٢٤  
 ٧٤ =  
 مجموع زوايا المثلث ١٨٠  
 ا ب ج = ١٠٦

ولاستخراج فرق العرض يؤخذ درجة ٢٠ من جداول المثلث القائم  
 الزاوية ويؤخذ مقدار ٦٧٤ من خانة الوتر فينتسج فرق العرض ٠٧٩  
 والتباعد ٢٢٢ وبه نستخرج عرض الوصول هكذا

مطلوب منتصف العرضين  
 ٣٦٧٣٩٠٠ عرض قيسام شمالي  
 ٣٦٧٣٣٢٤ عرض السفينة شمالي  
 ٧٣٣١٢٢٤ يكون العرضين  
 ٣٦٧٣٦١٢ نصف مجموع العرضين

٣٦٧٣٩٠٠ عرض قيسام شمالي  
 ٠٠٠٣٦٧٣٣٢٤ فرق عرض جنوبي  
 ٣٦٧٣٣٢٤ عرض محل السفينة  
 شمالي

ولاجل استخراج فرق الطول يؤخذ درج منتصف العرضين من جداول  
 المثلث القائم الزاوية ويؤخذ مقدار التباعد من خانة فرق العرض فينتسج  
 في خانة الوتر عدد ٣ يساوي لفرق الطول وبه نستخرج طول  
 محل السفينة هكذا

٢٨ ١٤ طول محل الفنا شرق  
 ٠٠ ٠٣ فرق طول شرق  
 ٢٨ ١٧ طول محل السفينة شرق

## مثال آخر

عرض محل فنار وليته بجزيرة مالطة يساوي ٣٥ درجة و ٤٠ دقيقة شمالا  
والطول ١٤ درجة و ٣١ دقيقة شرقا نصف النهار غروب فيج ثم صار اخذ اتجاه  
الفنار المذكور من البوصلة فوجد ٣٥ شمال مغرب ثم سارت السفينة  
على اتجاه ٦٠ درجة شمال مغرب وبعد مرورها ١٠ اميال جرى أخذ  
اتجاه الفنار مرة ثانية فوجد ١٠ درجات شمال شرق وانحراف البوصلة  
١٠ درجات غربي بمطابق عرض وطول محل موقع السفينة

## صورة محل

| مطلوب تصحيح الاتجاه الاول  | مطلوب تصحيح الاتجاه الثاني |
|----------------------------|----------------------------|
| ٣٥.٠٠ اتجاه شمال مغرب      | ١٠.٠٠ اتجاه شمال مشرق      |
| ١.٠٠ انحراف غربي           | ١.٠٠ انحراف غربي           |
| ٣٤.٠٠ اتجاه صحيح شمال مغرب | ٩.٠٠ اتجاه صحيح شمال       |
| مطلوب تصحيح اتجاه السفينة  |                            |
| ٦٠.٠٠ اتجاه شمال مغرب      |                            |
| ١.٠٠ انحراف غربي           |                            |
| ٥٩.٠٠ اتجاه صحيح شمال مغرب |                            |

ونرى من كل ان نرسم من نقطة الفنار زاوية في جنوب مشرق تساوي  
٥٠ درجة بحيث يقطع الاتجاه الثاني على الشمال فتوجد السفينة على  
سمت الشمال. تضع المسطرة المتوازية في زاوية شمال مغرب  
بحيث يكون خط سب النهار قاطعا في ٦٠ درجة ونحرك المسطرة الى  
ان يقطع خطي الاتجاهين وتكون المسافة بينهما تساوي ١٠ اميال ونرسم  
خطا آخر يقطع هذه الاتجاه الاول والثاني فمن ذلك يحدث مثلث يكون معلوم  
فيه احد اضلاعه وزوايا المثلث فنستخرج فرق العرض والتباعد و فرق  
الطول كما تقدم ومنه نستخرج عرض وطول موقع السفينة كما هو واضح

وحيث كانت زاوية الاتجاه الاول تساوي ٥٠ درجة فاذا طرح من ٧٠  
درجة مقدار اتجاه السفينة بصير الباقي ٢٠ درجة يساوي زاوية  
المثلث ا ب ح وزاوية ا تساوي ٥٠ درجة ومجموعها يساوي ٧٠  
درجة فنطرح من ١٨٠ درجة بصير الباقي ١١٠ درجات مقدار زاوية  
ا ح ب المثلثة وحيث كان ضلع ب ح يساوي ١٠ أميال فنستخرج  
ضلع ا ح كما تقدم هكذا

٩١٨٤٩٤٨٥ جا ٤٠ درجة

١٠٠٠٠٠٠٠ انساب نصف قطار

٩١٦٢٥٩٤٨ جا ٢٥ درجة

١٩١٦٢٥٩٤٨

٩١٨٤٩٤٨٥

٧٧٦٤٦٣ ر من الانساب ٦ = ا ح

وحيث كانت السفينة على خط الشمال وقت اخذنا الاتجاه الثاني فيكون  
مقدار ا ب المساوي ٦ أميال هو فرق العرض فيطرح من عرض  
القيام يتبع عرض الوصول ثم نستخرج فرق الطول وبعده نستخرج طول  
محل السفينة هكذا

٣٥٠٤ عرض قيام شمالي

٠٠٠٦ فرق عرض جنوبي

٣٥٠٨ عرض محل السفينة شمالي

وأما طول محل السفينة فهو يساوي طول محل الفانار لانها على خط  
نصف نهار واحد

\*(في استخراج البعد والاتجاه بين مكانين معلومين العرض والطول)\*

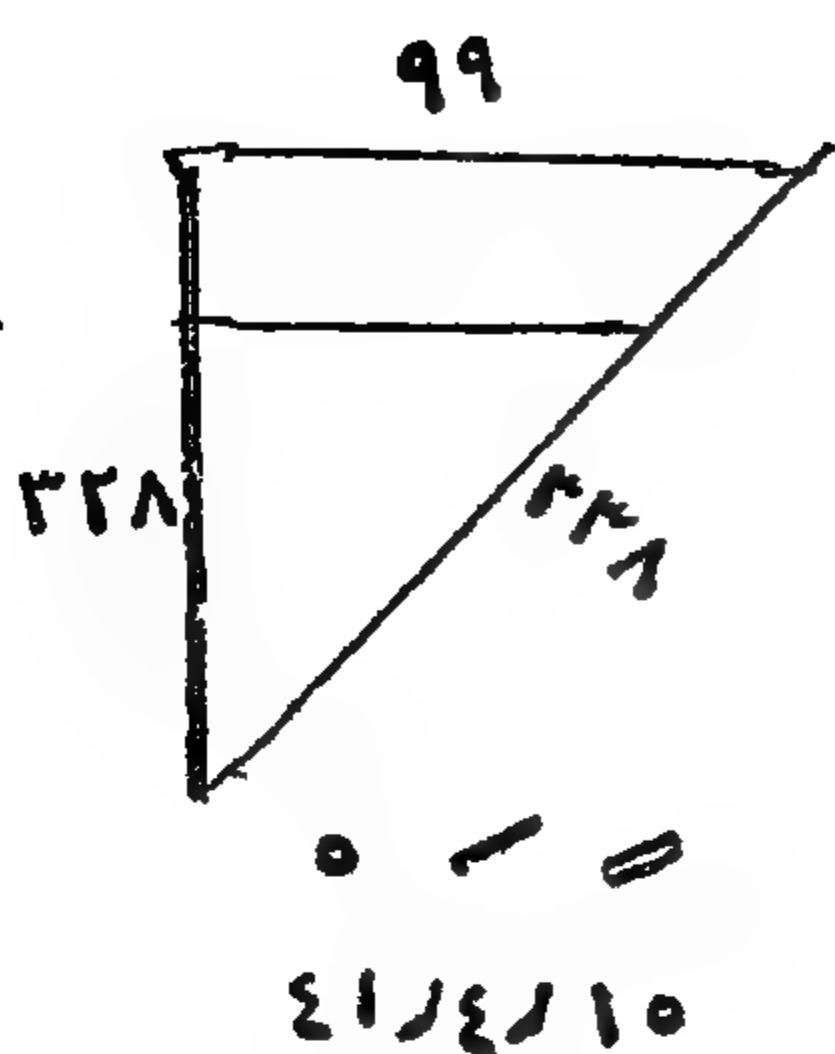
٧٤ اذا كان المراد معرفة المسافة الكائنة بين محل القيام ومحل الوصول  
وسمى الاتجاه بينهما فطريق ذلك نطرح عرض ا ح من الانحراف  
كنا من جنس واحد وان كانا مختلفي الجنس فنجمع عرضيهما ثم نقول الباقي  
او المحاصل الى اميال فينتج مقدار فرق العرض وكذلك نطرح طول



احدهما من طول الثاني اذا كانا متحدى الجنس ونجمع ان كانا مختلفين ونحول الحاصل الى دقائق فينتج فرق الطول ثم نرسم مثلثا قائم الزاوية ونجعل احدا ضلعه مساويا لفرق العرض ونرسم فيه خط التباعد وفرق الطول وبمد ذلك يصير استخراج زاوية الاتجاه والوتر اعني المسافة بقتضى بند (٧٢) (مثال ذلك)

اذا كان محل القيام سكندرية وعرضها يساوي ٣١ درجة و ١١ دقيقة شمالي وطولها ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرق نصفها رنويج وعرض الوصول جزيرة رودس ٣٦ درجة و ٣٩ دقيقة شمالي وطولها ٢٨ درجة و ١٤ دقيقة شرق والمطلوب المسافة بين البلدين المذكورتين وزاوية الاتجاه التي بينهما

| (صورة لعمل)             |                    | مطلوب فرق العرض |
|-------------------------|--------------------|-----------------|
| مطلوب فرق طول           | ٥ -                |                 |
| ٢٩ ر ٥٣ طول سكندرية شرق |                    |                 |
| ٣٨ ر ١٤ طول رودس شرق    |                    |                 |
| ١ ر ٣٩                  |                    |                 |
| ٦٠                      |                    |                 |
| ٦٠                      |                    |                 |
| ٣٩                      |                    |                 |
| ٩٩                      | فرق طول غرب        |                 |
| مطلوب زاوية الاتجاه     |                    |                 |
| ١١ ر ٩٩٥٦٣٥             | انساب فرق طول ٩٩   |                 |
| ١٠ ر ٠٠٠٠٠٠             | انساب نق           |                 |
| ١١ ر ٩٩٥٦٣٥             | يكون               |                 |
| ٢ ر ٥٩٦٥٩٧              | انساب تزايد فرق    |                 |
| ٢٩٥                     | عرض                |                 |
| ٩ ر ٢٩٩٠٢٨              | يظهر من الظل       |                 |
| ٥ -                     |                    |                 |
| ١٥                      | درجاة الاتجاه شمال |                 |
| مغرب                    |                    |                 |
| ٣١ ر ١١                 | عرض سكندرية شمال   |                 |
| ٣٦ ر ٣٩                 | عرض رودس شمالي     |                 |
| ٥ ر ٢٨                  |                    |                 |
| ٦٠                      |                    |                 |
| ٣٠٠                     |                    |                 |
| ٢٨                      |                    |                 |
| ٣٣٨                     | فرق عرض شمالي      |                 |
| ٥ -                     | مطلوب فرق عرض سمّي |                 |
| ١٩٧١                    | عرض سمّي           |                 |
| ٢٣٦٦                    | شرحه               |                 |
| ٣٩٥                     | فرق عرض سمّي       |                 |



مطلوب الوتر  
 ١٤١٤١٥ ١٠٠١٣٢٣٠  
 ٢١٥١٥٨٧٤ انساب فرق عرض  
 ٣٢٨  
 ١٢١٥٢٩١٠٤  
 ١٠٠٠٠٠٠٠  
 ٠٢١٥٢٩١٠٤ من انساب العدد  
 ٣٣٨ مسافه =

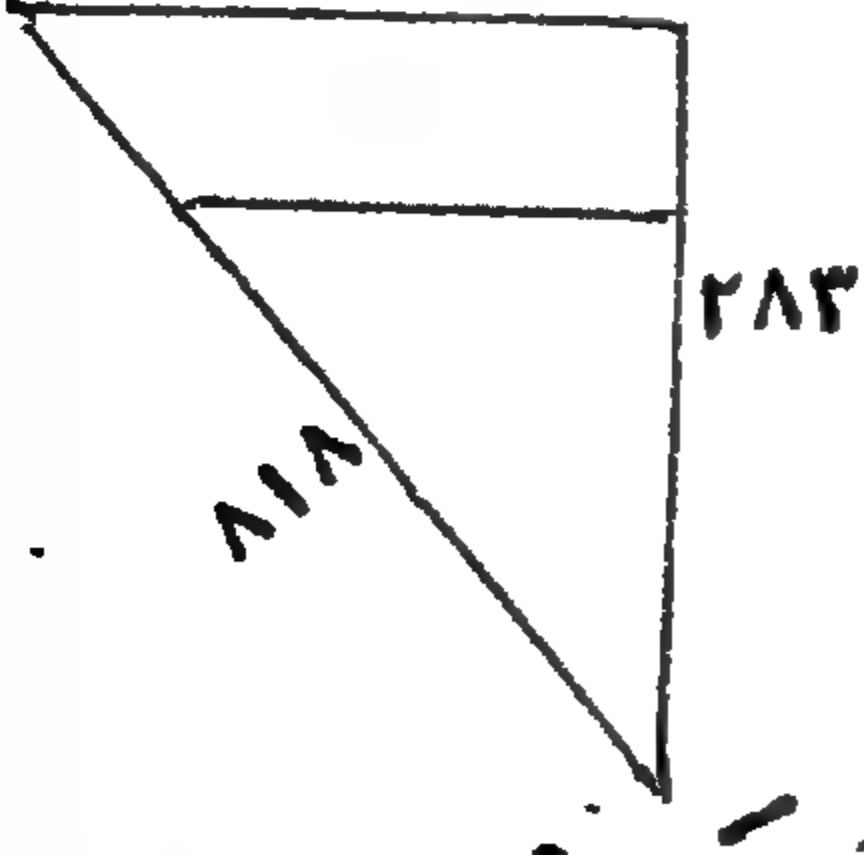
(قاعدة ثانية)\*

يؤخذ نصف مجموع العرضين ثم ينظر على درجة التنصيف من جداول  
 المثلث القائم الزاوية ويؤخذ فرق الطول من خانة الوتر والذي يوجد في  
 خانة فرق العرض يكون هو التباعد ثم يقابل فرق العرض بالتباعد من  
 الجداول المذكورة فينتج مقدار الوتر اعني المسافة ودرجة الاتجاه فاذا لم  
 يوجد مقدار فرق العرض والتباعد بالجداول المذكورة فيؤخذ نصف كل  
 منهما فان لم يوجد مقدار نصفهما فيؤخذ نصف النصف ويبحث عنهما  
 في الجداول المذكورة والذي ينتج من الوتر يضرب في اثنين اذا كان  
 اخذ نصف كل واحد منهما مرة واحدة وان كان اخذ نصف نصف كل منهما  
 فيضرب ناتج الوتر في اربعة ينتج مقدار المسافة

مثال آخر

عرض محل القيام شمالي ٣١ درجة و ١١ دقيقة والطول ٢٩ درجة  
 و ٥٣ دقيقة شرق ومحل الوصول جزيرة مالطه وعرضها ٣٥ درجة  
 و ٥٤ دقيقة شمالي والطول ١٤ درجة و ٣١ دقيقة شرق والمطلوب  
 مقدار الاتجاه والمسافة التي بينهما

صورة العمل

| مطلوب فرق طول   | مطلوب فرق عرض  |
|---|--|
| $\begin{array}{r} 29752 \text{ طول قیام شرق} \\ 14731 \text{ طول وصول شرق} \\ \hline 15222 \end{array}$                         | $\begin{array}{r} 3111 \text{ عرض قیام شمال} \\ 35754 \text{ عرض وصول شمالی} \\ \hline 4686 \end{array}$   |
| $\begin{array}{r} 60 \\ \hline 900 \\ 22 \end{array}$   | $\begin{array}{r} 60 \\ \hline 240 \\ 43 \end{array}$  |
| $\begin{array}{r} 922 \text{ فرق طول غرب} \\ \text{مطلوب الاتجاه} \\ 27964721 \text{ أنساب فرق طول} \\ 922 \end{array}$         | $\begin{array}{r} 283 \text{ فرق عرض شمالی} \\ \text{مطلوب تزايد فرق عرض} \\ 1971 \text{ تزايد عرض} \\ 3111 \text{ شرحه} \\ 35754 \end{array}$   |
| $\begin{array}{r} 1000000 \text{ تقى} \\ \hline 127964721 \\ 27964721 \text{ أنساب تزايد فرق} \\ \text{عرض} \\ 340 \end{array}$ | $\begin{array}{r} 340 \text{ تزايد فرق عرض} \\ \text{مطلوب المسافة} \\ 107460948 \text{ قى اتجاه} \\ 30759 \end{array}$  |
| $\begin{array}{r} 107460948 \text{ من النطل} \\ \hline 30759 \end{array}$   | $\begin{array}{r} 27964721 \text{ أنساب فرق عرض} \\ 283 \text{ اصلى} \\ \hline 127912734 \\ 1000000 \text{ تقى} \\ 27912734 \text{ من أنساب العدد} \\ 818 \text{ المسافه} \end{array}$ |
| $\begin{array}{r} 69 \text{ الاتجاه} \\ 922 \end{array}$  | $\begin{array}{r} 69 \text{ الاتجاه} \\ 30759 \end{array}$   |
|    | $\begin{array}{r} 69 \text{ الاتجاه} \\ 30759 \end{array}$   |



\*(مسائل تحل بواسطة علم المثلثات المستقيمة الاضلاع)\*  
 (المسئلة الاولى) المراد معرفة ارتفاع أى شئ مائل عمود او برج بواسطة  
 السكستان

لنفرض ان المطلوب ارتفاع البرج - س ه والراصد كان فى نقطة ا  
 كما فى شكل (٢٧) فطريق ذلك ان ينظر الراصد الى نهاية البرج من اعلى  
 وذلك بعد وضع صفر مضاضة السكستان على صفر القوس ثم يحرك  
 المضاضة الى ان يرى نهاية طرفه الاعلى مما سالا لافى ثم تقاس المسافة بين  
 محل الراصد وموقع البرج المذكور وقد فرضنا زاوية الارتفاع تساوى  
 ٣٢ درجة و ١٤ دقيقة والمسافة بين محل الراصد وموقع البرج  
 تساوى ١٤٢ مترا ولاجل استخراج ارتفاع ذلك البرج يقال فى مثلث  
 ا - س ه القائم الزاوية ان احدا ضلعا القائمة يساوى للضلع الثانى  
 مضروب فى ظل الزاوية المقابلة للضلع الاول هكذا ب س ه = ا س ه x  
 ظا زاوية س ه ا - (او) س ه = ١٤٢ مترا x ظا  
 ٣٢ درجة و ١٤ دقيقة وبحويل ذلك الى عمل لوغارىتمى يؤخذ  
 انساب ١٤٢ مترا ويضم عليه انساب ظا ٣٢ درجة و ١٤ دقيقة  
 ويطرح من المجموع نصف القطر وينظر على الباقي من انساب العدد  
 ينتج ارتفاع البرج المذكور

\*(صورة العمل)\*

|          |           |                    |
|----------|-----------|--------------------|
| ٢٨٨٢٢٨٨  | انساب     | ١٤٢ مترا           |
| ٧٩٩٧١٧   | ظا        | ٣٢ درجة و ١٤ دقيقة |
| ١١٩٥٢٠٠٥ | يكون      |                    |
| ١٠٠٠٠٠٠  | نصف القطر | ع                  |

٠١٩٥٢٠٠٥ من الانساب ه ه ٨٩٠ مترا طول ارتفاع البرج

(المسئلة الثانية) المراد معرفة محل نقطة بالبحر لاجل ان يوضع بها نشان  
 يكون متباعد عن محل سفينة راسية فى البحر بقدر ٢٠٠٠ مترا وطريق  
 ذلك ان يمسيرا ولا قياس طول صارى السفينة من نهايته العليا الى سطح

السفينة ويضاف عليه مقدار ارتفاع سطح السفينة عن سطح البحر ولنفرض  
ان مجموعهما يساوي ٩٠ مترا فاذا علم ذلك فيصير استخراج مقدار الزاوية  
المقابلة لمجموعهما وهو ان يقال ظل الزاوية المحاذية في المثلث القائم الزاوية  
يساوي مقدار الضلع المقابل للمساومة على الضلع الثاني اعني يؤخذ  
انساب ٩٠ مترا ويضم عليه نصف القطر ويطرح من المجموع انساب المسافة  
٣٠٠ مترا وينظر على الباقي من انساب الظل ينتج مقدار الزاوية المطلوبة  
ومتى علم مقدارها يتوجه احد الضباط في فلوكة الى جهة موضع النشان  
المذكور وكلما بعد عن السفينة ينظر بالسكستانت الى ارتفاع صاري السفينة  
من اعلاه الى سطح البحر وهكذا حتى يجد مقدار ارتفاع الصاري يساوي  
مقدار الزاوية التي جرى استخراج مقدارها في الاول ومتى وجد ذلك يضع  
النشان في ذلك المحل ويبيانه كافي شكل (٢٨)

واما اذا كان المطلوب وضع نشان بالبحر يكون متباعدا عن طابية بالبر بمقدار  
١٨٠٠ مترا مثلا فطريق ذلك ان يتخذ الراصد اولا نقطة بالبر تكون بعيدة  
عن محل الطابية بمقدار معلوم وايكن ٣٠٠ متر ثم يصير وضع البوصلة  
بالطابية وينظر فيها الى اتجاه النقطة التي صار وضعها بمقدار ٣٠٠ متر  
وبعد ذلك يصير استخراج مقدار الزاوية المقابلة لمسافة ٣٠٠ مترا كما  
سبق ثم يتوجه احد الضباط في فلوكة ويتجه على الاتجاه الذي يوجد  
عمودا على الاتجاه الذي وجد بين الطابية والنقطة الثانية ولا يزال سائرا  
بالفلوكة على ذلك الاتجاه وكلما بعد عن الطابية ينظر من البوصلة الى اتجاه  
الطابية واتجاه النقطة الثانية وهكذا حتى يجد المسافة بينهما تساوي  
مقدار الزاوية التي جرى استخراج مقدارها سابقا ومتى وجد ذلك يضع  
بذلك المحل النشان المذكور





(المسئلة الرابعة) المراد معرفة المسافة بين نقطة بالبر وبين سفينة كائنة  
 بالبحر مثـ لا اذا رمزنا للنقطة التي في البر بحرف (أ) والسفينة في نقطة سـ  
 وكان المطلوب معرفة المسافة بين نقطة (أ) ونقطة سـ فطريق ذلك أن  
 يتخذ الراصد خطا مستقيما بالبرم واجها للسفينة و يضع به علامات على  
 استقامته ثم ان الراصد المذکور يضع السكستان في يده أفقيا و يتظر  
 الى السفينة و يحرك العضاضة الى أن يرى صورة السفينة منطبقة على الخط  
 المفروض ثم يعد الدرج والدقائق التي وجدت مثلا و جدها ٧٢ درجة  
 و ٤ دقيقة ثم ان الراصد يتوجه الى الجهة التي نظرها صورة السفينة  
 على الخط المفروض و بعد أن يسير بمقدار معلوم مثلا ٥٠٠ ياردة في نقطة يـ  
 يتظر الى السفينة مرة ثانية و يحرك العضاضة حتى يرى صورة السفينة  
 منطبقة على استقامة الخط المفروض ثم يعد الدرج والدقائق مثلا و جده  
 يساوي ٨٢ درجة و ٥ دقيقة فينثذ بصير طر ح ذلك المقدار من  
 ١٨٠ درجة فينتج مقدار زاوية سـ يـ أ المجاورة لها فيجمع مقدارها  
 على مقدار زاوية ٧٢ درجة و ٤ دقيقة و يطر ح المجموع من ١٨٠ درجة  
 فينتج مقدار ١٠ درجات و ٣ دقائق يساوي زاوية أ سـ يـ ثم يقال  
 في المثلث أ سـ يـ نسبة جا ١٠ ر ٣ : ٥٠٠ ياردة :: جا ١٥ ٩٧ : سـ  
 اعني يضم انساب ٥٠٠ ياردة على جا ١٥ ٩٧ و يطر ح من المجموع  
 جا ١٠ ٣ و يتظر على الباقي من انساب العدد ينتج مقدار البعد بين  
 نقطة (أ) وموقع السفينة و بيانه كافي شـ كل (٣٠)

صورة العمل

١٩٨٩٠٧ ر ٢ انساب ٥٠٠ ياردة  
 ٩٧ ١٥ جا ٩٩٦٥١٤  
 ١٢٢٦٩٥٤٨٤ يكون  
 ٩٢٤١٨١٤ جا ١٠ ٣

٣٢٤٥٣٦٧٠ من الانساب = ٢٨٤٢ = مقدار المسافة المطلوبة

(المسئلة الخامسة) المراد معرفة ارتفاع أى شئ مائل برج أو جبل لا يمكن الوصول إليه

نفرض ان الشئ المراد معرفة ارتفاعه هو س ي والراصد فى نقطة (أ) والمطلوب معرفة ارتفاع س ي وبعد المسافة بين محل الراصد وموقع ذلك الشئ وطريق ذلك ان يصير أولا وضع صفر عرضاضة السكةستان على صفر القوس ثم ينظر الى نهاية الشئ المذكور من جهة الاعلى ويحرك العضاضة الى ان يحس طرفه بسطح الافق مثلا ووجد مقدار الزاوية المقابلة له تساوى ٢٦ درجة و ٤ دقيقة ثم ان الراصد يبعد عن محله الاول بقدر أمة معلومة مثلا مقدار ٢٠٠ متر وياخذ ارتفاع الشئ المذكور مرة ثانية مثلا ووجد يساوى ٣٣ درجة و ٣ دقيقة ثم يطرح هذا المقدار من ١٨٠ درجة فيصير الباقي ١٤٦ درجة و ٣ دقيقة فتضم على زاوية ٢٦ درجة و ٤ دقيقة ويطرح المجموع من ١٨٠ درجة فيصير الباقي ٦ درجة و ٥ دقيقة وهذا يساوى مقدار زاوية س أ ثم يقال نسبة جا ٦ درجة و ٥ دقيقة : ٢٠٠ متر :: جا ٢٦ درجة و ٤ دقيقة : س ب وبعد استخراج مقدار س ب يركب هذا التناسب نسبة (جا) نصف القطر : ضلع س ب :: جا ٣٣ درجة و ٣ دقيقة : س ي مقدار الارتفاع المطلوب ولاجل استخراج المسافة من النقطة الثانية لمحدموقع الشئ المطلوب ارتفاعه يقال نسبة جا نصف القطر : ضلع س ب :: جتا ٣٣ درجة و ٣ دقيقة : س ي مقدار المسافة المطلوبة وبيانها كما فى شكل (٣١)

| مطلوب ضلع س ب    | صورة العمل             |
|------------------|------------------------|
| ٢٠٠ ٣٠ ١ ٣٠ ٢    | ٢٠ ٣٠ = س ب ي          |
| ٢٦ ٤٠ جا ٢٦ ٤٠   | ١٨٠ ٠٠                 |
| ١١ ٩٠ ٣٠ ٨٢      | ١٤٦ ٣٠                 |
| ٠ ٩ ٥٠ جا ٠ ٩ ٥٠ | ٢٦ ٤٠                  |
| ٢ ٨٧ ٧٦ ٠ ٢      | ١٧٣ ٠ ٠                |
| ٧٥ ٤ ٠ = ضلع س ب | ١٨٠ ٥٠                 |
|                  | ٠ ٠ ٦ ٥٠ = زاوية أ س ب |

| مطلوب س د                    | مطلوب المسافة د ب           |
|------------------------------|-----------------------------|
| ٢٨٧٧٦٠٢ انساب ٧٥٤٢٤          | ٢٨٧٧٦٠٢ انساب ٧٥٤٢٤         |
| ٩٧٧٤١٨٨٩ جا ٣٠ ٢٣            | ٩٧٩٢١١٠٧ جتا ٣٠ ٢٣          |
| ١٢٧٦١٩٤٩١ يكون               | ١٢٧٩٨٧٠٩                    |
| ١٠٠٠٠٠٠٠ تقى                 | ١٠٠٠٠٠٠٠ تقى                |
| ٢٧٦١٩٤٩١ من الانساب =        | ٢٧٩٨٧٠٩ من الانساب =        |
| ٧١٦٣٣ متر ارتفاع س د المطلوب | ٦٢٩١١ متر مقدار المسافة د ب |

(المسألة السادسة) المراد معرفة بعد المسافة بين محل السفينة التي بالبحر وبين قلعة كائنة بالبر لذلك نفرض ان محل السفينة في نقطة (أ) والقلعة في نقطة ح ولاجل استخراج بعد السفينة عن القلعة المذكورة يؤخذ

أولاً اتجاه القلعة بواسطة البوصلة فإذا فرض مقدار الاتجاه ٣٠ و ٣٠ شمال مشرق ثم صار اتجاه السفينة على سمت المشرق وبعد مرورها عليه بمقدار خمسة أميال مثلاً فيؤخذ اتجاه القلعة مرة ثانية مثلاً وجدناه ٢٠ درجة شمال مغرب وحيث علم اتجاه القلعة في كل من نقطتي (و) - فبرسم على كاغذ خط يساوي خمسة أميال من أي مقياس يفرض وبعد ذلك يطرح مقدار الاتجاه الاول وهو ٣٠ درجة شمال مشرق من ٩٠ درجة ينتج مقدار ٦٠ درجة فبرسم من نقطة (أ) زاوية ح أ - تساوي ٦٠ درجة وبعد ذلك يطرح مقدار الاتجاه الثاني من ٩٠ درجة ينتج مقدار ٧٠ درجة فبرسم من نقطة ب زاوية تساوي ٧٠ درجة ثم يمد ضلع الزاوية الاولى وضلع الزاوية الثانية حتى يتلاقيا في نقطة ح ثم يجمع مقدار ٧٠ درجة على ٦٠ درجة فيصير الحاصل ١٣٠ درجة ويطرح المجموع من ١٨٠ درجة ينتج مقدار ٥٠ درجة تساوي زاوية ب ح أ الثالثة ثم يقال في المثلث أ ب ح نسبة جا ٥٠ درجة : خمسة أميال :: جا ٦٠ درجة : ضلع ب ح وأيضا نسبة جا ٥٠ درجة : خمسة أميال :: جا ٧٠ درجة :



ضلع ح ا فاذا علم مقدار ضاهي ح ا (و) حب فيصير استخراج مقدار العمود ازل من نقطة ح على القاعدة ب ا وهو ح د ثم يقال نسبة جا ٩٠ درجة : ضلع ب ح :: جا ٧٠ درجة : ح د وبعد استخراج مقدار العمود ح د يستخرج مقدار بعد القاعدة ب د هكذا نسبة جا ٧٠ درجة : ح د :: جا ٢٠ درجة : ب د وتسمى علمت المسافة بين ب (و) د يمكن مرسى السفينة في نقطة د او نقطة (ا) او نقطة ب على حسب ما يسترأى لبقودان السفينة ويبيانه كما في شكل (٣٢)

٥ صورة العمل

٣٠ اتجاه اول شمال مشرق

٩

٦٠ = زاوية ح ا ب

٢٠ اتجاه ثاني شمال مغرب

٩٠

٧٠ = زاوية ح ب ا

٦٠ = ح ا ب

١٣٠

١٨٠

٥٥ = زاوية ب ح ا

مطلوب ضلع ب ح

٦٩٨٩٧٠ انساب ا أميال

٩٩٢٧٥٣١ جا ٦٠ درجة

١٠٦٤٦٥٠١ يكون

٩٨٨٤٢٥٤ جا ٥٠ درجة

٧٥٢٢٤٧ من الانساب

= ٦ ره أميال = ضلع ا ح

مطلوب العمود ح د

٧٥٢٠٤٨ انساب ٥ ر ٦

٩٨٦٩٧٢ جا ٧٠ درجة

١٠٧٢٥٠٣٤

١٠٠٠٠ جا نق

٧٢٥٠٣٤ من الانساب

٣ ره ميل = ح د

مطلوب القطعة ب د

٧٥٢٠٤٨ انساب ٥ ر ٦

٩٥٣٤٠٥٢ جا ٢٠

١٠٢٨٦١٠٠

١٠٠٠٠٠٠ جا نق

٢٨٦١٠ من الانساب =

٩ ره ميل = ب د

(المسألة السابعة) سفينة وجدت قرب يمان ساحل البر وكان موجود عليه  
قلعتان احدهما موزعها بحرف ب والثانية بحرف ح وكانت  
السفينة في نقطة (أ) والمراد معرفة البعد بين هاتين القلعتين والمسافة  
بين محل السفينة وكل قلعة منهما

فطريق ذلك أن يؤخذ بالبوصلية اتجاه كل من القلعتين فإذا فرضنا أن اتجاه  
القلعة التي في نقطة ب يساوي ٢ درجة شمال مغرب والثاني يساوي ٣٠  
درجة شمال مشرق ثم صار مرور السفينة على سمت اتجاه مواز بالساحل  
الذي بين القلعتين ووجد من الأمام على سمت المشرق وبعد مرور السفينة  
مقداراً من الأميال كاربعة أميال جرى أخذ اتجاه القلعتين المذكورتين  
مرة ثانية ووجد اتجاه القلعة التي في نقطة ب يساوي ٥٠ درجة شمال  
مغرب واتجاه القلعة الثانية يساوي ٥٠ درجة شمال مغرب وحيث  
علمت مقادير تلك الاتجاهات ونرسم على كغذ خطاً مستقيماً ثم يصير تقسيمه  
إلى جملة أقسام متساوية باعتبار كل قسم يساوي ميلاً واحداً ونقسم أحد  
الأقسام إلى عشرة أقسام متساوية ونجعل أجراء الكور الميل وبعد ذلك  
نرسم خط أ هـ و يؤخذ عليه متدارراً بعد أقسام أعى أربعة أميال  
ثم نرسم من نقطة (أ) زاوية تساوي ٣٠ درجة شمال مغرب ونرسم أيضاً  
زاوية تساوي ٣٠ درجة شمال مشرق ونرسم أيضاً من نقطة هـ زاوية  
تساوي ٥٠ درجة شمال مغرب وكذلك نرسم زاوية أخرى تساوي ٥٠  
درجة وبعد ذلك نصل أصلاً الزوايا المذكورة حتى يرقى كل ضلعين  
في نقطة فيحدث انضمام في نقطة ب (و) ثم يقاس بالبرجول المسافة  
التي بين النقطتين ب (و) وكذلك تقاس المسافة التي بين نقطة  
أ (و) ح (و) هـ (و) و يؤخذ هذا القياس من أقسام المقياس  
المفروض ومنه يعلم مقادير الأبعاد المطلوبة وبه يانه كما في شكل (٢٣)

(المسألة الثامنة) ثلاث نقط معلوم اما كنها بالبرو المسافة التي بين كل  
نقطة والاخرى وقد وجد محل آخر به يداعهم والمراد معرفة بعد ذلك  
المحل عن كل نقطة من النقاط المذكورة

وطريق ذلك نرمل للنقط المفروضة أولا بحروف أ (و) ب (و) س وللمسافة  
الموجودة بين نقطتي أ (و) ب بمقدار خمسة أميال والمسافة بين نقطتي ب  
(و) س تساوي ستة أميال والمسافة بين نقطتي أ (و) س تساوي سبعة  
أميال وفرضنا ان مكان الراس في نقطة ح والمراد معرفة الأبعاد بين  
نقط ح (و) أ (و) ب (و) س الثلاثة لذلك يصير استخراج  
مقدار زاويتي ب ح أ (و) ب ح س سواء كان ذلك بواسطة السكستان

أو بواسطة البوصلة وفرضنا مقدار زاوية أ ح ب ٢٦ و ٢٧ و زاوية

ب ح س تساوي ١٢ و ٣٤ وتحل هذه المسئلة يتوهم رسم محيط دائرة  
تكون مارة بنقطة أ (و) س (و) ح الثلاثة فيقطع هذا المحيط خط  
ب ح في نقطة ي فنصل خطي أ (و) ي س فتكون زاوية أ ب ي تساوي  
زاوية ي س أ لان مقياس كل منهما نصف قوس أ ي وأيضا زاوية  
ي ح س تساوي زاوية ي أ س وحيث كانت زاوية ي س أ

تساوي ٢٦ و ٢٧ و زاوية ي أ س تساوي ١٢ و ٣٤ فيصير

مجموعهما يساوي ٣٩ و ٦٠ و بطرح ذلك المقدار من ١٨٠ درجة

يصير الباقي ٢١ و ١١٩ وهو مقدار زاوية أ ي س وحيث كان  
في مثلث أ ي س ضلع أ س يساوي سبعة أميال ومعلوم زواياه  
الثلاث فيصير استخراج ضاهي أ ي (و) س وأيضا في مثلث ب أ س  
حيث ان أضلاعه الثلاثة معلومة فيصير استخراج زواياه كما تقدم ذلك في علم  
المثلثات المستقيمة الاضلاع لانه اذا فرضنا ان نصف مجموع الاضلاع  
تساوي ح فيصير استخراج أحد زواياه المرموه لها بحرف أ هكذا

جا ١ أ ب (ح - أ - ب) (ح - أ - س) ويتحوّل ذلك الى عمل

$$\frac{2}{1} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{2}$$

لوعاريته فيؤخذ انساب التفاضل بين ضلع أ ب ونصف مجموع



الاضلاع ثم يؤخذ انساب التفاضل بين ضلع أسه ونصف مجموع الاضلاع  
ويضم الاول على الثاني ثم يؤخذ انساب ضلع أب وانساب ضلع أسه  
ويضم احدهما على الثاني ويطرح المجموع الثاني من المجموع الاول  
ويؤخذ نصف الباقي وينظر عليه من خانة الجيب يتبع نصف مقدار زاوية  
(أ) فيسير تضعيفها وبمثل ذلك يصير استخراج زاوية ب سه أ فاذا  
علمنا مقدار زاوية ب سه فنطرح منها مقدار زاوية د سه يتبع  
مقدار زاوية ب أ د المحصورة بين ضلعي أب (و) أ د المعلومين ثم  
نستخرج مقدار زاوية أ ب د وذلك أن يقال في المثلث أ ب د نسبة  
مجموع الضلعين أب (و) أ د : تفاضلهما :: ظل نصف مجموع الزاويتين  
أ ب د (و) أ ب د : ظل تفاضلهما كما هو مقرر في علم المثلثات المستقيمة  
الاضلاع واذا علم مقدار التفاضل بين الزاويتين ومجموعهما فيصير استخراج  
مقدار كل واحد منهما وبعدها استخراج مقدار زاوية أ ب د يضم ذلك  
على مقدار زاوية أ ح د ويطرح المجموع من ١٨٠ درجة ينتج  
مقدار زاوية ب أ ح وبمثل ذلك يصير استخراج مقدار زاوية د ب سه  
وزاوية ب سه ح فاذا علمنا ذلك فيصير استخراج مقادير المسافات أ ح و ب  
و ح سه بالعمل الاتي كافي شكل (٣٤)

صورة العمل

| مطلوب ضلع أي           | زوايا              |
|------------------------|--------------------|
| ٥ —                    | ٥ —                |
| ١١٩ ٢١ جا ٩١٩٤٠٢٣٨     | ب ح أ سه أ = ٢٦ ٢٧ |
| ٧ ٨٤٥٠٠٩٨ لو عز د      | ب ج سه د = ٣٤ ١٢   |
| ٥ —                    | المجموع ٢٠ ٢٩      |
| ٢٦ ٢٧ جا ٩١٢٤٨٧٦٦      | ١٨٠ ..             |
| ٥ —                    | ب ح سه ح = ١١٩ ٢١  |
| ١١٩ ٢١ جا ٩١٩٤٠٢٣٨     |                    |
| ٢٢ ٥٨ لو نظر = ٢٠٥٣٥٢٦ |                    |

|                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| مطلوب ضلع ی سه        | بینظر من الجیب =      |
| ۱۱۹ ۲۱ جا ۹۹۴۰۳۳۸     | ۰ / =                 |
| ۰ ۹۸ ۰۸۴۵۰۰۷ لوعدد    | ۲۸ ۳۳ ۳۰ نصف الزاوية  |
| ۲۴ ۱۲ جا ۹۷۴۹۱۰۱      | ۲۸ ۳۳ ۳۰              |
| ۰ ۱۰۸۵۹۴۸۹۹ یگون      | ۰۷ ۰۷ ۰۰ زاوية ب ا س  |
| ۱۱۹ ۲۱ جا ۹۹۴۰۳۳۸     |                       |
| ۰ ۶۵۴۵۶۱ لوتظار       | مطلوب زاوية ب ا ی     |
| مطلوب زاوية ب ا سه    | ۰ / =                 |
| ۶ ضلع ا ب             | ۰۷ ۰۷ ۰۰ زاوية ب ا س  |
| ۰ ۶۹۸۹۷ لوعدد         | ۳۴ ۱۳ ۰۰ زاوية ی ا س  |
| ۰ ۸۴۵۰۰۹۸ لوعدد       | ۲۲ ۵۵ ۰۰ زاوية ب ا ی  |
| ۰ ۶۸ ۰۴۴ ۱۸ مجموع     |                       |
| الاضلاع               | مطلوب زاوية ا ب ی     |
| ۹ نصف                 | ۰ / =                 |
| المجموع               | ۲۲ ۵۵ ۰۰ زاوية ب ا ی  |
| ۵ ضلع ا سه            | ۱۸۰ ۰۰ ۰۰             |
| ۰ ۶۰ ۲۰ ۶۰ لوعدد      | ۱۵۷ ۰۰ ۰۰ مجموع ا ب ی |
| ۹ نصف مجموع           | ۷۸ ۳۲ ۳۰ نصف المجموع  |
| الاضلاع               | ۸ ۵۸ ۰۰ لوعدد         |
| ۷ ضلع ا سه            | ۳ ۵۸ ۰۰ لوعدد         |
| ۰ ۳۰ ۱۰ ۳۰ لوعدد      | ۱ ۴۲ ۰۰               |
| ۲ = باقی ثانی         | ۷۸ ۳۲ ۳۰ ظا           |
| ۰ ۹۰ ۳۰ ۹۰ مجموع ثانی | ۰ ۶۹ ۳۱ ۵۷            |
| ۲۰ نصف قطار           | ۱۰ ۱۴ ۵۴ ۴۵           |
| ۲۰ ۹۰ ۳۰ ۹۰           | ۰ ۹۲ ۳۲ ۸۷            |
| ۰ ۶۸ ۵۴ ۴۵ مجموع اول  | ۰ ۹۹ ۱۱ ۹۵۸ ظا تظر    |
| ۱۹ ۲۴ ۹۰ ۲۲ باقی      |                       |
| ۰ ۶۷ ۹۵ ۱۱ نصف الباقی |                       |

|   |   |
|---|---|
| <p>٢٩ ١٨ ٣٠ جا ٩٨٠١٧٤٢</p> <hr/> <p>١٠٨٥٠٠٧١٢</p> <p>٩٨٤٨٧٦٦</p> <hr/> <p>٧٨٥١٩٤٦ من الانساب</p> <p>ضلع ا ح</p> <p>مطلوب ضلع ب ح</p> <p>٢٦ ٢٧ جا ٩٨٤٨٧٦٦</p> <p>٨٦٩٨٩٧٠ انساب عدد</p> <hr/> <p>١٠٨٥٩٩١ جا ٩٨٤٨٧٦٦</p> <hr/> <p>١٠٨٥٨٨٨٠</p> <p>٩٨٤٨٧٦٦</p> <hr/> <p>١٠١١٤ من انساب العدد</p> <p>٢ ١٠ ميل = ضلع ب ح</p> <p>و مثل ما تقدم بصير استخرج زاوية</p> <p>ب س فيوجد ٣٩ درجة</p> <p>٨ دقائق ثم بصير استخراج المسافة</p> <p>ب س هكذا</p> <p>٣٤ ١٢ جا ٩٨٤٩٨٠١</p> <p>٧٧٨١٥١ انساب عدد</p> <p>٣٩ ٨ جا ٨٠٠١١٧</p> <hr/> <p>١٠٨٥٧٨٢٦٨</p> <p>٩٨٧٢٩٨٠١</p> <hr/> <p>٨٢٨٤٦٧ ينظر من الانساب</p> <p>٧ ٦ ميل</p> | <p>١٤ ٣٩ نصف الزاوية</p> <hr/> <p>٣٩ ١٤</p> <p>٧٨ ٢٨ مقدار التفاضل</p> <hr/> <p>١٥٧ ٠٠</p> <p>٢٢٥ ٣٣ المجموع ونصفه</p> <p>٣٠ ١١٧ ٤٦ زاوية ا ب</p> <p>مطلوب زاوية ا ب</p> <hr/> <p>١٥٧ ٠٠ مجموع زاويتي ا ب</p> <p>و ا ب</p> <p>٧٨ ٢٨ مقدار التفاضل</p> <hr/> <p>٧٨ ٣٧ الباقي</p> <p>٣٠ ١٨ ٣٩ نصف الباقي</p> <p>زاوية ا ب</p> <p>مطلوب زاوية ب ا ح</p> <hr/> <p>٢٦٠ ٢٧ ٠٠ زاوية ا ح</p> <p>٣٩ ١٨ ٣٠ زاوية ا ب</p> <hr/> <p>٦٥ ٤٥ ٣٠</p> <p>١٨٠ ٠ ٠ ٠</p> <hr/> <p>١١٤ ١٤ ٣٠ زاوية ب ا ح</p> <hr/> <p>مطلوب ضلع ا ح</p> <p>٢٦ ٢٧ جا ٩٨٤٨٧٦٦</p> <p>٨٦٩٨٩٧٠ انساب عدد</p> |
|---|---|



(في كيفية أعمال جرنال سفريّة السفينة)

٧٤ حيث كان من الوجوب على كل قبو دان تحرير جرنال سفريّة السفينة وانتقالها من مكان الى مكان آخر بالجرنال المذكور يكون مشتملا على عدد اميال سير السفينة في كل ساعة وعلى اتجاه طريق السفينة وسمت اتجاه الهواء ومقدار سقوط السفينة من اعتدالها الاصلى وانحراف البوصلة وعلى جميع الوقوعات التي تحصل في مدة كل يوم (وكيفية) عمل الجرنال المذكور ان يتخذ صحيفتان من الورق ويصير تقسيم الصحيفة الاولى الى جملة خانات الاولى بحرورها الساعات والثانية بحرورها كـ دور الاميال والثالثة اعداد اميال مسير السفينة في كل ساعة والرابعة بحرورها سمت اتجاه السفينة والخامسة سمت اتجاه الهواء والسادسة مقدار سقوط السفينة والسابعة لمقدار الانحراف وما بقي من الصحيفة يكتب فيه الظهورات والوقوعات التي تحصل في مدة اليوم المذكور وكذلك يصير تقسيم الصحيفة الثانية الى خانات الاولى تجعل كـ دور الاميال والثانية لمجموع عدد اميال كل اتجاه والثالثة لتصحيح سمت اتجاه السفينة والرابعة لمقدار الدرج والدقائق لكل اتجاه ثم يرسم أربعة خانات أخرى يكتب عليها شمال جنوب شرق وغرب وبعد ذلك يؤخذ درج ودقائق كل اتجاه بعد تصحيح من جداول المثلث القائم الزاوية وايضا الاميال الموجودة بخانة الوتر ويؤخذ عدد فرق العرض والتباعد ويحرر كل منهما تحت جناحه وبعد ان تمام جميع الاتجاهات يصير جميع الاعداد التي توجد تحت الشمال والتي تحت الجنوب وي طرح الاقل من الاكثر والباقي يجعل افرق الارض ثم يصير جميع الاعداد التي توجد تحت الشرق والاعداد التي تحت الغرب وي طرح الاقل من الاكثر ويجعل الباقي اقدار التباعد ثم يرسم مثلث قائم زاوية على حسب ما يوجد من فرق العرض والتباعد وبواسطة مقدارى ورق العرض والتباعد يصير استخراج مقدار الزاوية ومقدار الوتر و فرق الطول وبواسطة اميال فرق العرض ودقائق فرق الصول استخراج عرض الوصول وماول الوصول وحيث كان عرض وطول الوصول هـ هـ فاما مكان هـ من سير السفينة فان مقداره يكونان تقريبا او نهش بسبب حسو شدة الرياح والامواج

وبذلك لا يصير ضبط الحساب جيدا ويلزم استخراج العرض الصحيح والطول واستخراج العرض المذكور يكون في وقت الزوال وكيفية استخراج ذلك كما سيأتي ان شاء الله تعالى ثم يلزم مقارنة عرض الوصول المستخرج بواسطة سير السفينة بالعرض الذي يصير استخراجيه وقت الزوال فان وافق أحدهما الآخر فيصير الاعتماد على أحدهما أو أيا إذا وجد أحدهما أكثر من الثاني فيلزم طرح عرض القيام من عرض الزوال ويحول الباقي الى أميال فيصير ذلك المقدار مساو بالفرق العرض الصحيح ثم ينظر الى مقدار زاوية المثلث فان كانت محصورة بين صفر درجة و ٢٢ درجة و ٣٠ دقيقة فانها توجد في التصحيح الاول وان وجد مقدارها محصورا بين ٦٧ درجة و ٣٠ دقيقة و ٩٠ درجة فتوجد في التصحيح الثاني وان وجد مقدارها محصورا بين ٢٢ درجة و ٣٠ دقيقة و ٦٧ درجة و ٣٠ دقيقة فتكون في التصحيح الثالث

وكيفية اجراء التصحيحات الثلاثة وهي اذا كان مقدار الزاوية من التصحيح الاول فيرسم مثلث مثل المثلث الموجود وينقل على زاويته مقدار زاوية المثلث الاول وبواسطة مقدار الزاوية ومقدار فرق العرض الصحيح نستخرج مقدار فرق الطول للمثلث الثاني

واما اذا كانت زاوية المثلث الاول توجد في التصحيح الثاني فيصير نقل مقدار وتر المثلث الاول على وتر المثلث الثاني وبواسطة فرق العرض الصحيح والوتر يصير استخراج مقدار الزاوية و فرق الطول وان كان مقدار الزاوية يوجد في التصحيح الثالث فتأخذ من جداول المثلث القائم الزاوية فرق العرض الصحيح والذي يوجد في خانة التباعد يؤخذ ويضم على مقدار تباعد المثلث الاول ويؤخذ نصف مجموعهما ويجعل تباعدا للمثلث الثاني وبواسطة فرق العرض الصحيح والتباعد يصير استخراج زاوية المثلث والوتر و فرق الطول

سنة ١٨٧٤ في يوم ١٥ جى ابريل صار قيام السفينة من ليمان سكندرية  
والنوجه بجهة جزيرة كريد وبهذا جرى تحرير الوقوعات والظهورات  
التي تصير في مدة ٤٢ ساعة

| تاريخ  | قوله | الارتفاع     | سمت اتجاه السفينة        | الارتفاع | انحراف      |
|--|------|--------------|--------------------------|----------|-------------|
| ١  | ٥    | ٨            | شمالى                    | ٣        | ٦   قره يلا |
| ٢  | ٦    | ٨            |                          |          |             |
| ٣  | ٧    | ٨            |                          |          |             |
| ٤  | ٧    | ٨            |                          |          |             |
| ٥  | ٨    | ٨            |                          |          |             |
| ٦  | ٩    | ٩            |                          |          |             |
| ٧  | ١٠   | ٩            | بالذكر كونه اسكاه        | ٤        |             |
| ٨  | ١    | ٧            | قره يلا                  |          |             |
| ٩  | ٢    | ٧            |                          |          |             |
| ١٠   | ٣    | ٧            |                          |          |             |
| ١١   | ٤    | ٧            |                          |          |             |
| ١٢   | ٥    | ٧            | بالذكر كونه بوبراز اسكاه | ٥        |             |
| ١  | ٦    | ٦            |                          |          |             |
| ١  | ٧    | ٦            |                          |          |             |
| ٢  | ٨    | ٦            |                          |          |             |
| ٤  | ٩    | ٧            |                          |          |             |
| ٥  | ١٠   | ٨            |                          |          |             |
| ١  | ١    | ٨            | بالذكر بوبراز            | ٤        |             |
| ٧  | ٢    | ٨            |                          |          |             |
| ٨  | ١    | ٩            |                          |          |             |
| ٩  | ٢    | ٩            |                          |          |             |
| ١٠   | ٣    | ٩            |                          |          |             |
| ١١   | ٤    | ٩            |                          |          |             |
| ١٢   | ٥    | ٩            |                          |          |             |
| <p>في الساعة ١١ افرانكي<br/>قبل الزوال صار قيام<br/>السفينة من ليمان<br/>سكندرية وفي الساعة<br/>١٢ وقت الزوال وجدت<br/>السفينة خارج البوغاز<br/>وبواسطة الاتجاسمين<br/>المأخوذين من القنار<br/>وسيدى الجحى يوجد<br/>عرض وطول محل السفينة<br/>كما هو مبين ادناه</p> |      |              |                          |          |             |
| ١٥   | ٣١   | عرض محل      |                          |          |             |
|  |      | السفينة شمال |                          |          |             |
| ٥٠   | ٢٩   | طول محل      |                          |          |             |
|  |      | السفينة شرق  |                          |          |             |



| الارتفاع | السمت | اتجاه صحيح | الارتفاع | السمت | شمال   | جنوب   | شرق    | غرب    |
|----------|-------|------------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|
| ٢        | ٥٣    | شمال مغرب  | ٠٠       | ٠٩    | ٥٠ ر ٤ | ٠٠ ر ٠ | ٠٠ ر ٠ | ٠٨ ر ١ |
| ٥        | ٤٥    | شمال مغرب  | ١٥       | ١٣    | ٤٣ ر ٨ | ٠٠ ر ٠ | ٠٠ ر ٠ | ١٠ ر ١ |
| ١        | ٤٤    | شمال مشرق  | ١٥       | ١٠    | ٤٣ ر ٣ | ٠٠ ر ٠ | ٠٧ ر ٦ | ٠٠ ر ٠ |
| ٧        | ٥٤    | شمال مشرق  | ٣٠       | ٢٤    | ٤٠ ر ٠ | ٠٠ ر ٠ | ٢٢ ر ٨ | ٠٠ ر ٠ |

فرق عرض ١٨٧ ر ٥ ٠٠ ر ٠ ٣٠ ر ٤ ١٨ ر ٢

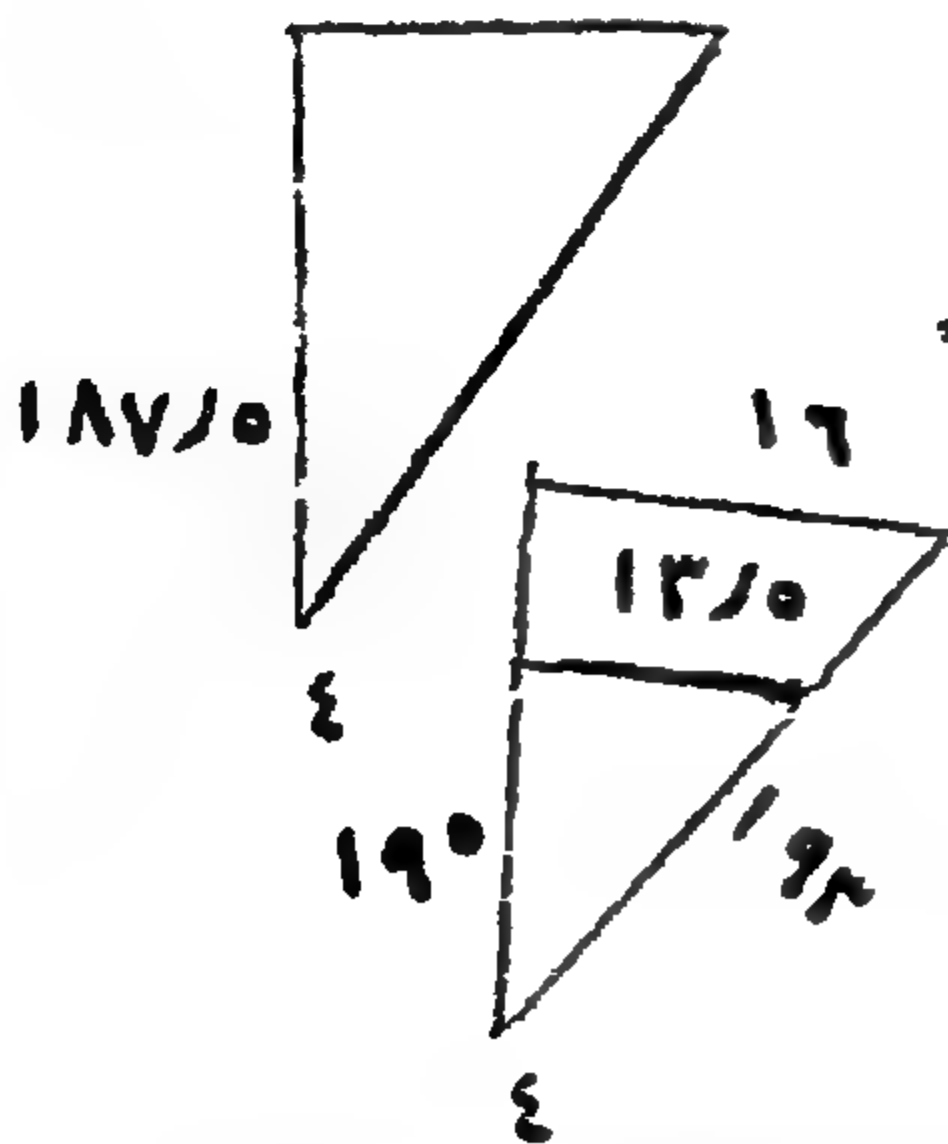
١٨ ر ٢

تبدأ

حيث كانت درجة المثلث من  
التصحیح الاول فيصير ثقلها على  
المثلث الثاني وبواسطة درجة  
المثلث و فرق عرض صحيح يصير  
استخراج فرق الطول  
مطلوب طول الوصول

طول قیام شرق ٢٩ ٥٠  
فرق طول غرب ٠٠ ١٦  
طول وصول شرق ٢٩ ٣٤

١٢ ر ٢



عرض قیام شمال ٣١ ر ١٥ ر ٠٠

فرق عرض شمال ٣٠ ر ٧ ر ٢٠

عرض وصول شمال ٣٤ ر ٢٢ ر ٣٠

عرض الزوال شمالی ٣٤ ر ٢٧ ر ٠٠

مطلوب فرق عرض صحيح

عرض قیام شمالی ٣١ ر ١٥ ر ٠٠

عرض الزوال شمالی ٣٤ ر ٢٧ ر ٠٠

٠٣ ١٢ ٠٠

٦٠

١٨٠

١٢

فرق عرض صحيح ١٩٢

شمالی

مطلوب نصف العرضین

عرض قیام شمالی ٣١ ر ١٥ ر ٠٠

عرض الزوال شمالی ٣٤ ر ٢٧ ر ٠٠

٦٥ ر ٤٢ ر ٠٠ يكون

نصف العرضین ٣٢ ر ٥١ ر ٠٠

سنة ۱۸۷۴ فی ۱۶ جی اپریل من وقت زوال الیوم المذکور الی زوال  
یوم ۱۷ جی شہرہ

| ساعات | فولج | انجالی | سمت انجاء<br>السفينة       | ما<br>الوقت | انحراف | ملحوظات |
|-------|------|--------|----------------------------|-------------|--------|---------|
| ۱     | ۵    | ۸      | باطی قرہ یل                | سنجق        | ۶      | قرہ یل  |
| ۲     | ۶    | ۸      |                            |             |        |         |
| ۳     | ۷    | ۸      |                            |             |        |         |
| ۴     | ۸    | ۸      |                            |             |        |         |
| ۵     | ۹    | ۸      |                            |             |        |         |
| ۶     | ۰    | ۹      | باطی <del>مکرتہ</del> سنجق | ۶           |        |         |
| ۷     | ۱    | ۹      | قرہ یل                     |             |        |         |
| ۸     | ۲    | ۹      |                            |             |        |         |
| ۹     | ۳    | ۹      |                            |             |        |         |
| ۱۰    | ۴    | ۹      |                            |             |        |         |
| ۱۱    | ۵    | ۹      |                            |             |        |         |
| ۱۲    | ۶    | ۹      | قرہ یل کرتہ اسکاہ          | ۳           |        |         |
| ۱     | ۱    | ۷      | باطی                       |             |        |         |
| ۲     | ۲    | ۷      |                            |             |        |         |
| ۳     | ۳    | ۷      |                            |             |        |         |
| ۴     | ۴    | ۷      |                            |             |        |         |
| ۵     | ۵    | ۷      |                            |             |        |         |
| ۶     | ۶    | ۷      | یل کرتہ اسکاہ              | ۲           |        |         |
| ۷     | ۷    | ۷      | میزہ باطی                  |             |        |         |
| ۸     | ۸    | ۷      |                            |             |        |         |
| ۹     | ۹    | ۷      |                            |             |        |         |
| ۱۰    | ۰    | ۸      | قرہ یل اسکاہ               | ۴           |        |         |
| ۱۱    | ۱    | ۸      |                            |             |        |         |
| ۱۲    | ۲    | ۸      |                            |             |        |         |





سنة ۱۸۷۴ فی ۱۸ جی شهر اپریل من وقت زوال الیوم المذکور الی  
زوال الیوم الذی بعده

| ساعات | فولج | امیال | اتجاه سفینه | تاریخ | انحراف | ملحوظات |
|-------|------|-------|-------------|-------|--------|---------|
| ۱     | ۱    | ۶     | بلد قره یل  | ۰     | ۶      | قره یل  |
| ۲     | ۲    | ۶     |             |       |        |         |
| ۳     | ۳    | ۶     |             |       |        |         |
| ۴     | ۴    | ۶     |             |       |        |         |
| ۵     | ۵    | ۶     | قره یل کره  | ۳     |        |         |
| ۶     | ۶    | ۶     | بلد         |       |        |         |
| ۷     | ۷    | ۶     |             |       |        |         |
| ۸     | ۸    | ۶     |             |       |        |         |
| ۹     | ۹    | ۶     |             |       |        |         |
| ۱۰    | ۱۰   | ۷     | قره یل کره  | ۴     |        |         |
| ۱۱    | ۱۱   | ۷     | بلد         |       |        |         |
| ۱۲    | ۱۲   | ۶     |             |       |        |         |
| ۱     | ۱    | ۶     |             |       |        |         |
| ۲     | ۲    | ۶     |             |       |        |         |
| ۳     | ۳    | ۶     |             |       |        |         |
| ۴     | ۴    | ۶     |             |       |        |         |
| ۵     | ۵    | ۶     | بالی قره یل | ۳     |        |         |
| ۶     | ۶    | ۵     | سنجق        |       |        |         |
| ۷     | ۷    | ۵     |             |       |        |         |
| ۸     | ۸    | ۵     |             |       |        |         |
| ۹     | ۹    | ۵     |             |       |        |         |
| ۱۰    | ۱۰   | ۴     | بالی        |       |        |         |
| ۱۱    | ۱۱   | ۴     | بویه        |       |        |         |
| ۱۲    | ۱۲   | ۵     |             |       |        |         |

| وِلاَیَت | مَدَنی | مَدَنی    | مَدَنی | مَدَنی | مَدَنی | مَدَنی | مَدَنی | مَدَنی | مَدَنی |
|----------|--------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ۱        | ۲۵     | یادز باطی | ۳۰     | ۲۴     | ۲۲/۸   | ۰۰/۰   | ۰۰/۰   | ۰۰/۰   | ۱۰/۲   |
| ۵        | ۲۳     | یادز باطی | ۴۵     | ۳۷     | ۲۶/۰   | ۰۰/۰   | ۰۰/۰   | ۰۰/۰   | ۲۰/۳   |
| ۹        | ۴۶     | یادز باطی | ۴۵     | ۳۶     | ۳۶/۷   | ۰۰/۰   | ۰۰/۰   | ۰۰/۰   | ۲۷/۷   |
| ۶        | ۲۵     | یادز باطی | ۳۰     | ۷۷     | ۰۵/۶   | ۰۰/۰   | ۰۰/۰   | ۰۰/۰   | ۲۴/۴   |
| ۲        | ۱۹     | قبله باطی | ۰      | ۸۳     | ۰۰/۰   | ۰۲/۳   | ۰۰/۰   | ۰۰/۰   | ۱۸/۹   |

۱۰۱/۵ ۰۰/۰ ۲/۳ ۹۱/۱  
۰۲/۳

۸۸/۸ = فرق عرض  
حیث درجۃ المثلث اکثر من  
۲۲ درجہ و ۳۰ دقیقہ و اقل  
من ۶۷ درجہ و ۳۰ دقیقہ  
فیصیر اجراء التصحیح الثالث  
مطلوب طول وصول

۵۸ ۵۵ طول قیام شرق  
۴۹ ۰۱ فرق طول غرب  
۲۴ ۰۹ طول وصول شرق  
۱۰۱/۵ تمامہ  
۷۸/۳

۱ جی مثلث ۲ جی مثلث

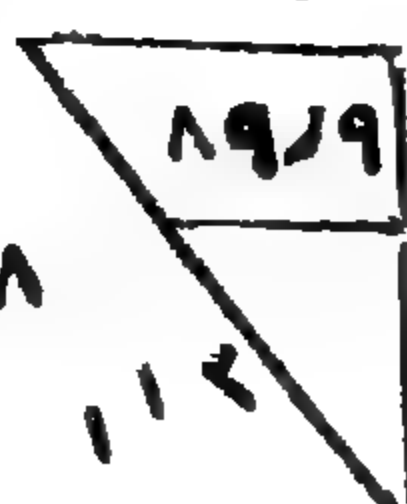
۱۰۱/۵



۸۸/۸

۴۹

۱۰۹



۸۹/۹

۶۷

۵۳

۳۵ ۳۸ عرض قیام شمال  
۰۱ ۲۹ فرق عرض شمال  
۳۷ ۰۷ عرض وصول شمال

مطلوب فرق عرض صحیح

۳۵ ۳۸ عرض قیام شمال  
۳۶ ۴۰ عرض الزوال شمال  
۰۱ ۰۷

۶۷ فرق عرض صحیح

مطلوب نصف العرضین

۳۵ ۳۸ عرض قیام شمال  
۳۶ ۴۰ عرض الزوال شمال  
۷۲ ۲۳ یكون

۳۶ ۱۱ نصف العرضین

\*(في المذواجزر)\*

المذواجزر الذي يحصل بالبحار مما تسبب من الشمس والقمر لان كلا  
 منهما له قوة جاذبية لياه البحار والقمر أكثر جذبا من الشمس خصوصا  
 في الاماكن التي توجد مقابل مركز الشمس أو القمر وكثيرا ما يحصل في  
 البحر المحيط ومعناه ان المذواجزر يحصل في الاماكن عندما يصير مرور  
 القمر من انصاف نهارها وتختلف الاوقات التي يصير فيها المذواجزر من  
 يوم الى آخر وذلك بسبب اختلاف حركة القمر عن حركة الشمس لانه  
 تقدم بان الشمس تقطع على دائرتها في كل يوم درجة واحدة والقمر يقطع  
 من محيطه كل يوم ١٣ درجة و ١٧ اعشاري فاذا طر حنام مقدار حركة  
 الشمس المذكورة من ١٣ درجة و ١٧ اعشاري اعني حركة القمر  
 فيصير الباقي ١٢ درجة و ١٧ اعشاري واذا صار نحو ذلك الى وقت  
 زمني يصير الحاصل مساويا ٤ دقيقة و ٤ ثانية من ساعات الزمن ومن  
 هذا يفهم ان القمر يتأخر ما لوعه أو غروبه عن اليوم الذي قبله بمقدور ٤  
 دقيقة و ٤ ثانية ومن ذلك تختلف اوقات المذواجزر بالحاصل في كل  
 يوم عن اليوم الماضي أو اليوم الذي بعده وعند اجتماع الشمس بالقمر في  
 اول الشهر القمري أو في آخره يحصل زيادة المذواجزر لان الشمس والقمر  
 يسكونان متجهين الى جهة واحدة بجهة البحر وبمثل ذلك اذا كان القمر  
 في حالة الاستقبال اعني وقت ان يكون بدرا كاملا ومقابل الشمس بسائر  
 سطحه فيحصل زيادة في المذواجزر بالنسبة لاماكن التي توجد بينهما  
 ولاجل معرفة اوقات المذواجزر قد صار تحرير الجداول الآتي وهو مشتمل  
 على اسماء البلاد الشهيرة التي يوجد فيها المذواجزر في البحار وعلى بيان  
 عرضها وطولها وعلى الاوقات التي يصير فيها مدة زيادة البحر ونقصه اعني  
 من وقت ان يبتدى البحر في المذالى آخراته او من وقت ابتداءه في  
 النقص الى آخر ما ينتهي وكذلك على مقدار ارتفاع المياه بالاقدام



| جدول ( ١ )   |                       | اوقات المذ           |     | والبحر |       |
|--------------|-----------------------|----------------------|-----|--------|-------|
| اسماء البلاد | عرض الاماكن           | طول الاماكن          | عرض | طول    | البحر |
| جبل الطارق   | شمال ٣٦ ر ٧ ر ٠ ٣     | غرب ٢١ ر ٢٦ ر ٠      | ٣٠  | ٢١     | ٣     |
| تاريف        | شمال ٣٦ ر ٠ ر ٠ ٠     | غرب ٣٦ ر ٠ ر ٠       | ٤٦  | ٣٦     | ٦     |
| كاديس        | شمال ٣٦ ر ٣٢ ر ٠ ٠    | غرب ١٧ ر ٢٥ ر ٠      | ٤٥  | ١٧     | ٩     |
| ليسبون       | شمال ٣٨ ر ٤٢ ر ٠ ٤    | غرب ٩ ر ٠٨ ر ٢٥ ر ٠  | ٣٠  | ٩      | ١٦    |
| فالت         | شمال ٥٠ ر ١٣ ر ٢١ ر ٠ | غرب ٤ ر ٤٧ ر ٠ ٤     | ٥٧  | ٤      | ١٦    |
| باليوث       | شمال ٥٠ ر ٢٢ ر ٢١ ر ٠ | غرب ٤ ر ٠٧ ر ١٦ ر ٠  | ٣٧  | ٤      | ٥     |
| سوسميتون     | شمال ٥٠ ر ٥٤ ر ٠ ٠    | غرب ١ ر ٢٤ ر ٢٥ ر ٠  | ٣٠  | ١      | ١٣    |
| برموت        | شمال ٥٠ ر ٤٨ ر ٠ ٠    | غرب ١ ر ٠٦ ر ٠ ٠     | ٤١  | ١      | ١٠    |
| دنيخس        | شمال ٥٠ ر ٥٥ ر ٠ ١    | غرب ٠ ر ٨٧ ر ٤٨ ر ٠  | ٤٥  | ٠      | ٢١    |
| دوبر         | شمال ٥١ ر ٠٧ ر ٤٧ ر ٠ | غرب ١ ر ١٩ ر ٠ ٧     | ١٢  | ١      | ١٨    |
| نهر لوندرو   | ٠٠ ر ٠٠ ر ٠ ٠         | ٠ ر ٠٠ ر ٠ ٠         | ٠٧  | ٠      | ١٩    |
| غرفويج       | ٠٠ ر ٠٠ ر ٠ ٠         | ٠ ر ٠٠ ر ٠ ٠         | ٤٣  | ٠      | ١٩    |
| كارديف       | شمال ٥١ ر ٢٨ ر ٠ ٦    | غرب ٣ ر ١٠ ر ٠ ٠     | ٥٩  | ٣      | ٣٨    |
| هولي هيد     | شمال ٥٣ ر ١٩ ر ٠ ٦    | غرب ٤ ر ٣٩ ر ٣٩ ر ٠  | ١١  | ٤      | ١٦    |
| ليوربول      | شمال ٥٣ ر ٢٤ ر ٤٠ ر ٠ | غرب ٢ ر ٥٨ ر ٥٠ ر ٠  | ٢٣  | ٢      | ٢٦    |
| ليمان باتري  | شمال ٥١ ر ٢٦ ر ٠ ٠    | غرب ٩ ر ٥١ ر ٠ ٠     | ٤٧  | ٩      | ١٠    |
| بالفور       | شمال ٥١ ر ٢٨ ر ٠ ٠    | غرب ٩ ر ٢٠ ر ٠ ٠     | ٢٣  | ٩      | ١٠    |
| بيل فاست     | شمال ٥٤ ر ٣٦ ر ٠ ٠    | غرب ٥ ر ٣٦ ر ٢٠ ر ٠  | ٤٣  | ٥      | ٩     |
| البحر الاحمر |                       |                      |     |        |       |
| المانات      | شمال ٢٩ ر ٥٦ ر ٥٧ ر ٠ | شرق ٣٣ ر ٣٤ ر ٠ ٠    | ٠٢  | ٠٠     | ٦     |
| السويس       | شمال ١٥ ر ٣٦ ر ٠ ٠    | شرق ٣٩ ر ٣٣ ر ٠ ٠    | ٠٩  | ٠٠     | ٣     |
| مصوع         | شمال ١٢ ر ٤١ ر ٣٠ ر ٠ | شرق ٤٣ ر ٣١ ر ٣٠ ر ٠ | ٣٠  | ٤٣     | ٨     |
| باب المذب    | شمال ١٠ ر ٢٥ ر ٣٠ ر ٠ | شرق ٤٥ ر ٠٩ ر ٠ ٠    | ٣٠  | ٤٥     | ٦     |
| بربره        | شمال ١٢ ر ٤٤ ر ٠ ٠    | شرق ٤٥ ر ١٠ ر ٣٠ ر ٠ | ٩   | ٤٥     | ٧     |

وبقية البلاد توجد في كتاب معرفة الايمان اوفى كتاب الاوغاريتم



[illegible]



\* (117) \*

|       | 14 40  | 14 30  | 10 00  | 10 10  | 10 40  | 10 30  | 16 00  | 16 10  | 16 40  |       |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 7340  | - 0 11 | - 0 11 | - 0 10 | - 0 10 | - 0 9  | - 0 9  | - 0 8  | - 0 7  | - 0 7  | 19240 |
| 7350  | - 0 7  | - 0 7  | - 0 5  | - 0 3  | - 0 4  | - 0 2  | - 0 1  | - 0 0  | - 0 2  | 19200 |
| 8200  | - 0 1  | - 0 0  | - 0 1  | - 0 2  | - 0 3  | - 0 3  | - 0 7  | - 0 7  | - 0 9  | 20200 |
| 8210  | - 0 5  | - 0 7  | - 0 7  | - 0 9  | - 0 11 | - 0 13 | - 0 15 | - 0 14 | - 0 19 | 20210 |
| 8240  | - 0 11 | - 0 12 | - 0 14 | - 0 16 | - 0 18 | - 0 20 | - 0 22 | - 0 25 | - 0 28 | 20240 |
| 9200  | - 0 14 | - 0 16 | - 0 18 | - 0 20 | - 0 22 | - 0 24 | - 0 26 | - 0 29 | - 0 32 | 21200 |
| 9210  | - 0 16 | - 0 18 | - 0 20 | - 0 22 | - 0 24 | - 0 27 | - 0 30 | - 0 33 | - 0 36 | 21210 |
| 10200 | - 0 15 | - 0 17 | - 0 19 | - 0 21 | - 0 23 | - 0 25 | - 0 27 | - 0 30 | - 0 34 | 22200 |
| 10210 | - 0 14 | - 0 16 | - 0 18 | - 0 20 | - 0 22 | - 0 24 | - 0 26 | - 0 29 | - 0 32 | 22210 |
| 11200 | - 0 7  | - 0 8  | - 0 10 | - 0 12 | - 0 14 | - 0 16 | - 0 18 | - 0 20 | - 0 22 | 23200 |
| 11210 | - 0 3  | - 0 5  | - 0 7  | - 0 9  | - 0 11 | - 0 13 | - 0 15 | - 0 17 | - 0 19 | 23210 |
| 12200 | - 0 0  | - 0 1  | - 0 2  | - 0 4  | - 0 5  | - 0 7  | - 0 8  | - 0 10 | - 0 12 | 24200 |
| 12210 | - 0 4  | - 0 3  | - 0 2  | - 0 1  | - 0 0  | - 0 1  | - 0 2  | - 0 3  | - 0 0  | 24210 |

## في كيفية استخراج أوقات المد والجزر

أوقات المد والجزر من أشد اللازم خصوصا عند أهل الملاحة وذلك بسبب دخول وخروج السفائن في إيمانات السواحل وأيضا لأجل مرسى السفائن بالمحلات التي تليق وبهذا يلزم على كل قبطان معرفة أوقات المد والجزر واجتناب الأماكن الخطرة

بيان معرفة أوقات المد والجزر لا شيء إيمان كان أن يؤخذ أول وقت مرور القمر يوم العمل واليوم الذي قبله إذا كان طول المكان شرقيا وأما إذا كان طول المكان غربيا فيؤخذ وقت مرور القمر يوم العمل واليوم الذي بعده وأوقات المرور موجودة في كتاب معرفة الأزمان المخررة سنوي وبعد ذلك يطرح أحد المرورين من الثاني فينتج فرق مرور يومين المذكورين في مدة ٢٤ ساعة ثم يصير نحو يلدرج الطول إلى ساعات ويستخرج ما يخص ذلك من فرق المرور وهو أن يقال نسبة ٢٤ ساعة : ساعات الطول : : فرق المرور : الحد المجهول وبعد استخراج الحد يصير وضعه تحت وقت مرور يوم العمل ويضم أو يطرح حسب تزايد المد وورالمد كور أو نقصه والناجم من ذلك يكون هو وقت مرور القمر من نصف نهار المكان بحساب وقت متوسط ولاجل تحويله إلى وقت حقيقي يصير استخراج وقت زمن التعديل وي طرح أو يضم من الوقت المتوسط بعكس ما يوجد في كتاب معرفة الأزمان ثم يصير استخراج نصف قطر القمر وقت نصف الليل ويؤخذ هو مع ساعات الوقت الحقيقي من جدول (ب) والساعات والدقائق التي تنتج من تقابلهما في الجدول المذكور تؤخذ بعلاقتها ويصير وضعه تحت الوقت المتوسط لمرور القمر من نصف نهار المكان ويضم أو يطرح هذا المقدار من الوقت المذكور ثم تؤخذ مدة المد والجزر المخررة بمعاذاة المكان الموجود بجدول (١) ويضم دائما على الوقت الموجود فيصير الحاصل هو وقت المد بعد الزوال بالإيمان المطلوب أوقات المد فيه

أمثلة من ذلك

المطلوب وقت مد المياه بليمان مدينة قالت في يوم ٣٠ جى اوكتوبر  
سنة ١٨٧٠

صورة العمل

٣٤ ٠٠ وقت مرور القمر من نصف نهار قالت يوم ٣٠ جى اوكتوبر  
تعديل الزمن = ١٦ دقيقة أصله بطرح فيضم بالعكس  
على ٣٤ ٠ فيصير المحاصل ٥٠ فيقابل بنصف القطر الافقى وهو

٠٦ ٠١ (٤٦) ١٥ من جدول (ب) ينتج ٠٦ ٠١ ويطرح حسب العلامة  
٢٨ ٠٤

٥٧ ٠٤ وقت مد المياه المستخرج من جدول (أ) المحرر بمعاذة قالت  
٢٥ ٠٩ وقت مد المياه بعد الزوال بليمان قالت  
مثال ثانى

المطلوب وقت مد المياه بليمان كالكاته التى طولها ٢٧ ٨٨ شرق وكان  
وقت المد أو الجزر ٣٠ ٢ ونصف قطر القمر الافقى وقت نصف الليل

٣٨ ١٥ وتعديل الزمن = ١٠ ٠٠ طرح فى يوم ١٥ جى ينواريو  
سنة ١٨٧٠  
صورة العمل

٤٠ ١٠ وقت مرور القمر فى ١٥ جى ينواريو سنة ١٨٧٠

١٣ ٠٠ ما يخص زمن الطول من مرور بطرح

٢٧ ١٠ وقت مرور القمر من نصف نهار كالكاته

١٠ ٠٠ تعديل الزمن طرح

١٧ ١٠ يقابل مع نصف القطر من جدول (ب) ينتج ٢٢ ضم

٢٧ ١٠ مرور القمر من نصف نهار كالكاته

٢٢ ٠٠ مقدار ساعات المد من جدول (أ)

٤٩ ١٠



٣٠ ٢ وقت مد المياه بليمان كال كاته المأخوذة من جدول (١) ضم

١٣ ١٩

٢٤ ١٢ مقدار الساعات التي بين المذ والمذ

٥٨ ٠٠ وقت مد المياه بعد الزوال بليمان كال كاته

مثال ثالث

المطلوب وقت مد المياه في يوم ١٥ جي اغسطوس سنة ١٨٧٤ بليمان  
السويس

صورة العمل

٤ -

٢٣٤١٠٠ وقت مرور القمر في يوم ١٥ جي اغسطوس

١٥٤١٠٠ مرور القمر في يوم ١٤ جي اغسطوس

٠٤٠١٠٠

٢٣٤١٠٠ وقت مرور القمر في يوم ١٥ جي اغسطوس

٣٤٠ ما يخص زمن الطول من فرق المرو و طرح

٢٣٠٢٠ وقت مرور القمر من نصف نهار السويس وقت متوسط

٤٠٤ تعديل الزمن طرح

٢٢٦٢٠ يصير مقابلة بنصف قطر القمر وهو ٥٢ ر ١٤٠ ينسج ٣٧

٢٣٠٢٠ مرور القمر من نصف نهار السويس طرح بعلامة الجدول

٠٣٧٠٠

١٥٣٢٠

٢ ٠٠ ٠٠ مدة مد المياه وجزرها بالسويس المستخرج من جدول (١)

٣ ٥٣ ٢٠ وقت مد المياه في يوم ١٥ جي اغسطوس بعد الزوال

بليمان السويس و يرتفع الماء فيه بمقدار ستة أقدام

مثال رابع

المطلوب وقت مد المياه في يوم ٢٠ جي شهر مايس سنة ١٨٧٤ بليمان

مصوع بالبحر الأحمر

صورة العمل

|    |    |    |  |
|----|----|----|--|
| ٢٥ | ٠٠ | ٤  | مرور القمر في ٢٠ جى مايس                   |
| ٣٠ | ٠٠ | ٣  | شرحه في يوم ١٩ جى مايس                     |
| ٥٥ | ٠٠ | ٠  | فرق المرودين في مدة ٢٤ ساعة                |
| ٢٥ | ٠٠ | ٤  | مرور القمر في يوم ٢٠ جى مايس               |
| ٠٦ | ٠٠ | ٠  | ما يخص زمن الطول من فرق المرودين طرح       |
| ١٩ | ٠٠ | ٤  | وقت مرور القمر من نصف نهار مصوع            |
| ٤٤ | ٠٣ | ٠  | تعديل الزمن ضم عكس ما في الجدول            |
| ٤٤ | ٢٢ | ٠٤ | وقت مرور حقيقي                             |
| ١٩ | ٠٠ | ٤  | وقت مرور القمر من نصف نهار مصوع            |
| ٠٣ | ٠٠ | ١  | الحاصل من تقابل نصف قطر القمر و ٢٣ و ١٥ مع |
| ٣  | ١٦ | ٠٠ |  |

الوقت الحقيقي وهو ٤٤ ٢٢ ٠٤ المأخوذ من جدول (ب) طرح  
مدة مد المياه المحاذي لمدينة مصوع المأخوذ من جدول

(أ) ضم

وقت مد المياه بعد الزوال بليمان مصوع ويرتفع الماء  
فيها بقدر ثلاثة أقدام

\*(في بيان حل المثلثات الكروية)\*

علم المثلثات الكروية نافع جدا في أعمال الدعاوى البحرية وحل  
مشكلاتها وباستخراج مجاهيل المثلث الكروي يصير الحصول على المطلوب  
وبصير استخراج مجاهيل المثلث الكروي بواسطة ثلاثة أشياء تكون  
معلومة في المثلث المذكور كما هو مقرر في قوانين حل المثلثات الكروية  
(وانذكر) هنا الدعاوى والنتائج المذكورة في حل المثلثات الكروية

المتقدم ذكرها فنقول القضية الاولى وفيها نتائج

(النتيجة الاولى) في كل مثلث كروي متساوي الساقين جيب نصف  
القاعدة يساوي جيب أحد الساقين مضروباً في جيب نصف زاوية الرأس

(النتيجة الثانية) متى نصفت زاوية الرأس من المثلث الكروي المتساوي الساقين بقوس فان هذا القوس يقسم الضلع المقابل لزاوية الرأس الى قسمين متساويين

(النتيجة الثالثة) متى نصفت قاعدة المثلث الكروي المتساوي الساقين بنقطة ورسمنا منها قوسا الى رأس الزاوية فان هذا القوس يكون عمودا على القاعدة ومنصفها

(النتيجة الرابعة) في كل مثلث كروي قائم الزاوية جيب تمام الوتر يساوي حاصل ضرب جيب تمام الضلعين المحيطين بالقائمة

(النتيجة الخامسة) في كل مثلث كروي قائم الزاوية جيب أحد الاضلاع يساوي بجيب الوتر مضروباً في جيب الزاوية المقابلة للضلع المذكور القضية الثانية نسبة جيوب الاضلاع الى بعضها في كل مثلث كروي كنسبة جيوب الزوايا المقابلة للاضلاع المذكورة

القضية الثالثة حاصل ضرب جيب تمام أى ضلع من أضلاع المثلث الكروي في جيب تمام أحد الزاويتين المجاورتين له يساوي حاصل ضرب ظل تمام الضلع المقابل للزاوية التي لم تؤخذ مضروباً في جيب الضلع المأخوذ جيب تمامه ناقصاً حاصل ضرب ظل تمام الزاوية المقابلة للضلع المأخوذ ظل تمامه مضروباً في جيب الزاوية المجاورة المذكورة

القضية الرابعة جيب تمام أى زاوية في كل مثلث كروي يساوي بمحاصل ضرب جيب الزاويتين الأخرتين مضروباً بذلك المحاصل في جيب تمام الضلع المقابل لها ناقصاً منها حاصل ضرب جيب تمام الزاويتين الأخرتين

\*(في حل المثلث القائم الزاوية وفيه نتائج)\*

(النتيجة الاولى) جيب أى ضلع من كل مثلث كروي قائم الزاوية يساوي جيب الوتر في جيب الزاوية المقابلة للضلع المذكور

(النتيجة الثانية) جيب تمام الوتر في كل مثلث قائم الزاوية يساوي حاصل ضرب جيب تمام الضلعين المحيطين بالقائمة

(النتيجة الثالثة) في كل مثلث كروي قائم الزاوية جيب تمام الوتر يساوي



حاصل ضرب ظلي تمام الزاويتين المقابلتين للضلعين الاخرين  
(النتيجة الرابعة) في كل مثلث كروي قائم الزاوية جيب تمام أحد الزاويتين  
المحاذتين يساوي حاصل ضرب جيب تمام الضلع المقابل لها في جيب  
الزاوية المحاذة الاخرى

(النتيجة الخامسة) في كل مثلث كروي قائم الزاوية ظل تمام الوتر يساوي  
ظل تمام أحد الضلعين المحيطين بالقائمة مضروباً في جيب تمام الزاوية  
الواقعة بين هذا الضلع والوتر

(النتيجة السادسة) في كل مثلث كروي قائم الزاوية ظل تمام أحد الزاويتين  
المحاذتين يساوي حاصل ضرب ظل تمام الضلع المقابل لها مضروباً في جيب  
الضلع المقابل للزاوية المحاذة الاخرى

\*(في حل المثلثات المسألة الزوايا)\*

إذا علمت اضلاع المثلث الكروي الثلاث وكان المراد إيجاد  
زواياه الثلاث فنطرح أحد اضلاع الزاوية المراد استخراجها من نصف  
مجموع الاضلاع وكذا الضلع الثاني من نصف مجموع الاضلاع ونضرب  
جيب الباقي الاول في جيب الباقي الثاني ونقسم المحاصل على حاصل ضرب  
جيب الضلعين الاخرين ويؤخذ جذر الباقي ينتج مقدار نصف الزاوية  
وبالعمل اللوغاريتمي يجمع جيب التفاضل بين نصف مجموع الاضلاع واحد  
الاضلاع المجاور للزاوية على جيب التفاضل بين نصف مجموع الاضلاع  
والضلع الثاني ويخرج من مجموعهما حاصل جمع جيب الضلعين المذكورين  
ويؤخذ نصف الباقي من الجيب فينتج مقدار نصف الزاوية وهذا مطابق  
لما تقدم في استخراج أحد زوايا المثلث المستقيم الاضلاع

(في تطبيق حل المثلثات الكروية على الدعاوى البحرية)

٧٨ قد ذكرنا فيما تقدم ان دائرة مسير الشمس قاطعة لخط الاستواء في زاويتين  
مقدار كل منهما ٢٣ درجة ٢٨ دقيقة وهو مقدار غاية ميل الشمس وان  
نقطة تقاطعها الاولى تسمى برج الحمل والثانية تسمى برج الميزان وحيث  
كان طول الشمس يمد على دائرة مسير الشمس من ابتداء برج الحمل الى مركز

الشمس وان ميل الشمس بعد من دائرة نصف النهار المارة بالشمس عمودا  
على خط الاستواء والقوس المحصور بين برج الحمل ودائرة الميل المارة  
بالشمس يسمى مطلع مستقيم الشمس ومن هذه الاقواس الثلاثة يتصور  
مثلث كروي قائم الزاوية واذا علم فيه ثلاثة اشياء فانه يعلم باقي مجاهيله  
كما تقدم في الدطوى والنتائج المذكورة في حل المثلثات الكروية  
(ولنبتدى) أولا بكيفية استخراج طول الشمس فنقول انه متى كانت  
الشمس في برج الحمل اعنى في ٢١ مارت فانه ينعدم مقدار طولها وميلها  
ومطلع مستقيمها وكلما قطعت الشمس على دائرتها مقداراً من الدرج  
فيكون مساوياً لطول الشمس وعلى انها تقطع في كل يوم درجة واحدة في  
حركتها السنوية حتى اذا وصلت الى برج السرطان فتقطع من دائرتها  
مقدار ٩٠ درجة في مدة فصل الربيع ويكون ميلها يساوى ٢٣ درجة  
و ٢٨ دقيقة شمالي ومطلع مستقيمها يساوى ست ساعات ثم تنقل الى  
بروج فصل الصيف ويتناقص مقدار ميلها حتى اذا كان طولها مساوياً  
١٨٠ درجة فتكون حالة في برج الميزان وينعدم مقدار الميل ويكون  
مطلع مستقيمها يساوى ١٢ ساعة ثم تدخل في البروج الخريفية حتى  
اذا بلغ مقدار طولها ٢٧٠ درجة وتكون في برج الجدى فيكون غاية  
ميلها ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة جنوبي ومطلعها المستقيم يساوى ١٨ ساعة  
وهكذا حتى تدخل في بروج فصل الشتاء وتصل الى برج الحمل فينعدم ميلها  
ومقدار طولها ومطلع مستقيمها كما ذكرنا

\*(في تقدير طول الشمس)\*

اذا كان المراد معرفة طول الشمس في أى يوم من ايام أى شهر فنعد  
الايام من ابتداء دخول الشمس في برج الحمل اعنى من يوم ٢١ مارت  
الى اليوم الذى يراد طول الشمس فيه ويحسب لكل يوم مقدار درجة  
يتبع مقدار طول الشمس المطلوب واذا علم طول الشمس فيصير استخراج  
ميلها ومطلع مستقيمها كما سباني

نفرض ان دائرة حمل ع سه ميزان صه ف هي دائرة مسير الشمس  
ودائرة حمل ع سه صه ف هي دائرة المعدل ومن تقاطعها يحدث زاويتا

ع ج ل ع = ٢٨ ٢٣ وكذلك زاوية سه ميزان سه = ٢٨ ٢٣  
 فادافرصنا ان طول الشمس يساوى ٧٢ درجة وكانت الشمس في  
 نقطة ع ورسمنا منها قوس دائرة نصف النهار ع ع وداعلى دائرة المعدل  
 فيحدث مثلث ج ل ع القائم لزوية فى ع ويكون معلوم فيه قوس ج ل  
 ع المساوى ٧٢ درجة طول الشمس وزاوية ع ج ل ع تساوى  
 ٢٣ درجة ٢٨ دقيقة وزاوية ع ج ل قائم وبقتضى القضية الثانية  
 من علم المثلثات الكروية يصير (جا) نصف القطر : (جا) ج ل ع وتر القائمة  
 المساوى ٧٢ درجة :: (جا) زاوية ع ج ل ع اى ٢٣ درجة و٢٨ دقيقة :  
 (جا) ع ج المساوى مقدار ميل الشمس ويحول ذلك الى عمل لوغار يتنى  
 يضم جيب طول الشمس على جيب ٢٣ درجة و٢٨ دقيقة وي طرح من  
 المجموع جيب نصف القطر ينظر على الباقي من الجيب يتخرج مقدار ميل  
 الشمس وحيث كان طول الشمس اقل من ٩٠ درجة فتكون الشمس  
 في فصل الربيع وميلها شمالى

صورة العمل

نسبة (جا) نصف القطر ٩٠ : (جا) ٧٢ طول الشمس :: (جا)  
 ٢٣ درجة ٢٨ دقيقة : جا ع ج ميل الشمس ويحول الى عمل  
 لوغار يتنى يصير

|           |                      |
|-----------|----------------------|
| ١٠.٠٠٠٠٠٠ | جا نصف القطر         |
| ٩٠٩٧٨٢٠٦  | جا ٧٢ درجة طول الشمس |
| ٩٠٦٠٠١١٨  | جا ٢٣ درجة ٢٨ دقيقة  |
| ١٩٠٥٧٨٣٢٤ |                      |

١٠.٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر  
 ٩٠٥٧٨٣٢٤ جا تقار = ١٥ ١٨ ميل الشمس شمالى  
 والشمس في فصل الربيع

مثال ثانى

طول الشمس ١٣٥ والمطلوب ميل الشمس



(الجواب) حيث كان طول الشمس أكثر من ٩٠ درجة فيطرح من ١٨٠ درجة فيصير الباقي يساوي ٤٠ درجة والعمل يكون في مثلث ميزان سه سه

صورة العمل

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| جا نصف القطر          | ١٠٠٠٠٠٠  |
| جا ٤٥ درجة            | ٩٨٤٩٤٨٥  |
| جا ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة | ٩٦٠٠١١٨  |
| يكون                  | ١٩٨٤٩٦٠٣ |

• =

١٠٠٠٠٠٠  
جا نظر = ١٥ ٢ ١٦ ميل الشمس شمالى  
والشمس في فصل الصيف

مثال ثالث

طول الشمس ٢٢٠ درجة والمطلوب مياها (الجواب) حيث كان طول الشمس أكثر من ١٨٠ درجة فيطرح منه ١٨٠ درجة والباقي يصير مساويا ٤٠ درجة والعمل يكون في مثلث ميزان سه سه

صورة العمل

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| جا نصف القطر          | ١٠٠٠٠٠٠   |
| جا ٤٠ درجة            | ٩٨٠٨٠٦٧   |
| جا ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة | ٩٦٠٠١١٨   |
|                       | ١٩٨٤٠٨١٨٥ |

• =

١٠٠٠٠٠٠  
جا نظر = ٤٥ ٤٩ ١٤ ميل الشمس جنوبى  
والشمس تكون في فصل الخريف

مثال رابع

طول الشمس ٣٠ درجة والمطلوب مياها (الجواب) حيث كان طول الشمس أكثر من ٢٧٠ درجة يطرح من ٣٦٠ درجة فيصير الباقي ٩٠ درجة والعمل يكون في مثلث جمل ف ف

صورة العمل

$$\begin{array}{r} ١٠٠٠٠٠٠٠٠ \\ \text{جا نصف القطر} \\ ٩٩٩٣٧٥٣١ \text{ جا } ٦٠ \text{ درجة} \\ ٩٩٦٠٠١١٨ \text{ جا } ٢٣ \text{ درجة } ٢٨ \text{ دقيقة} \\ \hline ١٩٥٣٧٦٤٩ \end{array}$$

$$\begin{array}{r} ١٠٠٠٠٠٠٠٠ \\ \text{جا نظر} = ٣٠ \text{ } ١٠ \text{ } ٢٠ = \text{ميل الشمس} \\ ٩٥٣٧٦٤٩ \end{array}$$

جنوبي والشمس تكون في فصل الشتاء

في استخراج مطالع مستقيم الشمس اذا علم طولها

مثال اول

طول الشمس يساوي ١٢ ٧٢ والمطلوب مطالعها المستقيم (الجواب)  
يقال في المثلث ج ع القائم الزاوية ان ظل أحد الاضلاع يساوي  
ظل الوتر في جيب تمام الزاوية المحاذية المحصورة بين الوتر والضلع المطلوب  
اعني  $\text{ظل ج ع} = \frac{\text{ظل ج ع} \times \text{جتا } ٢٣ \text{ درجة } ٢٨ \text{ دقيقة}}{\text{جانصف القطر}}$  كما تقدم في نتيجة

( هـ ) وبتحويل ذلك الى عمل لوغار يبقى يضم ظل طول الشمس على  
جيب تمام ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة و يطرح من المحاصل نصف القطر ويظهر  
من الظل ينتج مقدار المطالع المستقيم المطلوب

صورة العمل

$$\begin{array}{r} ١٠٠٤٩٣٤٠٧ \text{ ظا } ١٢ \text{ } ٧٢ \\ ٩٩٩٦٢٥٠٨ \text{ جتا } ٢٨ \text{ } ٢٣ \\ \hline ٢٠٤٥٥٩١٥ \text{ يكون} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} ١٠٠٠٠٠٠٠٠ \text{ نصف القطر} \\ ١٠٤٥٥٩١٥ \text{ يتظر من الظل} = ٤٢ \text{ } ٤٠ = \text{مطلع مستقيم} \\ \hline \text{الشمس} \end{array}$$

مثال ثاني

طول الشمس ١٣٥ درجة والمطلوب مطالع مستقيم الشمس (الجواب)

يطرح ماول الشمس من ١٨٠ درجة فيصير الباقي ٤٠ درجة  
والعمل يكون في المثلث ميزان صه

صورة العمل

$$\begin{array}{r} ١٠٠٠٠٠٠٠ \text{ ظا } ٤٠ \text{ درجة} \\ ٩٩٩٦٢٥٠٨ \text{ جتا } ٢٣ \text{ درجة } ٢٨ \text{ دقيقة} \\ \hline ١٩٩٩٦٢٥٠٨ \end{array}$$

$$\begin{array}{r} ١٠٠٠٠٠٠٠ \text{ نصف القطر} \\ ٩٩٩٦٢٥٠٨ \text{ يتظر من الظل } = ٠٧ \text{ } ٠٠ \text{ } ٠٢ = \text{ قوس حمل صه} \\ \hline ٠٠ \text{ } ٠٠ \text{ } ١٢ \text{ طرح} \end{array}$$

$$٠٩٠٩٢٥٣ = \text{ مطالع مستقيم الشمس}$$

مثال ثالث

طول الشمس ٢٢ درجة والمطلوب مطالع مستقيمه (الجواب) حيث  
كان طول الشمس أكثر من ١٨٠ درجة يطرح من ٢٢٠ درجة  
يصير الباقي ٤٠ درجة والعمل يكون في مثلث ميزان صه

صورة العمل

$$\begin{array}{r} ٩٩٩٢٣٨١٣ \text{ ظا } ٤٠ \\ ٩٩٩٦٢٥٠٨ \text{ جتا } ٢٣ \text{ } ٢٨ \\ \hline ١٩٩٨٨٦٣٢١ \end{array}$$

$$\begin{array}{r} ١٠٠٠٠٠٠٠ \\ ٠٩٩٨٨٦٣٢١ \text{ يتظر من الظل } = ٢١ \text{ } ٣٠ \text{ } ٠٢ = \text{ قوس ميزان صه} \\ \hline ١٢ \text{ } ٠٠ \text{ } ٠٠ \text{ يجمع} \end{array}$$

$$١٢٠٣٠٢١ = \text{ مطالع مستقيم الشمس}$$

مثال رابع

طول الشمس ٣٠٠ درجة والمطلوب مطالع مستقيمه (الجواب) حيث كان  
طول الشمس أكثر من ٢٧٠ درجة وأقل من ٣٦٠ فيطرح من ٣٦٠  
درجة فيصير الباقي ٦٠ درجة ويكون العمل في المثلث حمل ف



صورة العمل

١٠ ر ٢٢٨ ٥ ٦ ٦ ٠ ٠ ٠ ظا  
 ٢٣ ٢٨ جتا ٩ ٩ ٦ ٣ ٥ ٠ ٨  
 ٢٠ ر ٢ ١ ٠ ٦ ٩ يكون

١٠ ر ٠ ٠ ٠ ٠ ٠ ٠ ٠ ٠ جاتصف القطر  
 ١٠ ر ٢ ٠ ١ ٠ ٦ ٩ ينظر من الطل ١٠ ٠ ٠ ٠ ٠ ٠ ٠ ٠ قوس حمل ف

٢٤ ٠ ٠ ٠ ٠ طرخ  
 ٢٠ ٠ ٨ ٤ ٥ مطالع مستقيم الشمس  
 في استخراج مطالع مستقيم الشمس اذا علم ميائها واسم الفصل

مثال اول

اذا كانت الشمس في فصل الربيع وميائها يساوي ١٧ ٢٢ شمالي  
 والمطلوب مقدار المطالع المستقيم يقال في مثل حمل ع ع القائم الزاوية ظل  
 تمام الزاوية المحاذية يساوي ظل تمام الضلع المقابل لها في جيب الضلع  
 المقابل للزاوية المحاذية الاخرى كما في النتيجة (السادسة) وبتحويل ذلك  
 الى عمل لو غاريتمى بطرح ظل تمام الميل من ظل تمام الزاوية المقابلة له اعني  
 ٢٢ درجة و ٢٨ دقيقة ونظرا الى الباقي من الجيب ينتج مقدار المطالع المستقيم

صورة العمل

٢٠ ر ٣ ٦ ٢ ٣ ٨ ٩ ظلما ٢٣ ٢٨ + نصف القطر  
 ١٠ ر ٣ ٨ ٧ ٤ ٣ ٩ ظلما ميل الشمس ١٧ ٢٢ طرخ

٩ ٩ ٧ ٤ ٩ ٥ ٠ جا نظره ٥ ٤ ٤ ٢ ٠ ٤ = مطالع مستقيم  
 الشمس

مثال ثاني

ميل الشمس يساوي ١٥ ١٨ شمالي والشمس في فصل الصيف والمطلوب  
 مطالع مستقيما

صورة العمل

١٠ ر ٣٦٢٣٨٩ ظنا ٢٨ ٢٣ + نصف القطر  
 ١٠ ر ٤٨١٨١٥ ظنا ميل الشمس ١٨ درجة و ١٥ دقيقة شمالي طرح

٩ ر ٨٨٠٥٧٤ بقا من الجيب = ٤٣ ١٧ ٠٣ = قوس ميزان ص

١٢ ٠٠ ٠٠ طرح

١٧ ٤٢ ٠٨ = مطلع مستقيم الشمس

مثال ثالث

ميل الشمس ٩ جنوبى والشمس فى فصل الخريف والمطلوب مطلع  
 مستقيم الشمس

صورة العمل

١٠ ر ٣٦٢٣٨٩ ظنا ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة + نصف القطر

١٠ ر ٤٦٣٠٢٨ ظنا ١٩ ميل الشمس

٩ ر ٨٩٩٣٦١ من الجيب = ٣ ساعات و ٢٩ دقيقة و ٥٦ ثانية ميزان ص

١٢ ٠٠ ٠٠

١٥ ٥٩ ٥٦ = مطلع مستقيم الشمس

مثال رابع

ميل الشمس ١٧ درجة و ٥ دقيقة جنوبى والشمس فى فصل  
 الشتاء والمطلوب مطلع مستقيم

صورة العمل

١٠ ر ٣٦٢٣٨٩ ظنا ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة + نصف القطر

١٠ ر ٤٩٢٥٤٠ ظنا ١٧ درجة و ٥٠ دقيقة طرح

٢٤ ٠٠ ٠٠

٩ ر ٨٦٩٨٤٩ با بقا من الجيب = ١٧ ١١ ٠٣ = قوس ميزان ص

٢٤ ٠٠ ٠٠

٢٠ ٤٨ ٤٣ = مطلع مستقيم الشمس

٨٥ في كيفية استخراج ميل الشمس اذا علم المطلع المستقيم

### مثال أول

٢٣ ٢٨ ٤٢ ٤٤

مطلع مستقيم الشمس يساوي ٤٤ ر ٤٢ ر ٤٤ والمطلوب ميل الشمس  
(الجواب) يقال في مثل ج ل ع ع الكروي القائم الزاوية ظل تمام الزاوية  
المحادة التي مقدارها ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة يساوي ظل تمام ميل الشمس  
في جيب الضلع المقابل للزاوية المحادة الاخرى كما تقدم في العمل السابق

أو ظنا ميل الشمس يساوي ظلما  $\frac{٢٣ \text{ درجة } ٢٨ \text{ دقيقة}}{٤ \text{ ساعات } ٢٢ \text{ دقيقة } ٥٤ \text{ ثانية}}$  وبالعمل

اللوغار يبقى يؤخذ ظل تمام ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة و يضاف عليه  
نصف القطر و يطرح من الحاصل جيب ٤ ساعات و ٢٢ دقيقة  
و ٥٤ ثانية و ينظر على الباقي من تمام الظل يتبع مقدار ميل الشمس  
وحيث كان مقدار مطلع مستقيم الشمس ٤ ساعات و ٢٢ دقيقة  
و ٥٤ ثانية فتكون الشمس في فصل الربيع

### صورة العمل

١٠ ر ٣٦٢٣٨٩ ظلما ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة + ١٠ نصف القطر  
٩٤٧ ٩٧٤ ٩٧٤ ساعات و ٢٢ دقيقة و ٥٤ ثانية مطلع مستقيم الشمس طرح  
١٠ ر ٣٨٧٤٤٢ يتظر من ظل التمام يساوي ٢٢ درجة و ١٧ دقيقة ميل  
الشمس شمالي

### مثال ثاني

مطلع مستقيم الشمس يساوي ٨ ساعات و ٢٢ دقيقة و ١٨ ثانية  
والمطلوب مقدار الميل (الجواب) حيث كان مطلع مستقيم الشمس  
أكثر من ست ساعات في طرح من ١٢ ساعة و يصير العمل في المثلث  
مميزان من س س كما في السابق وتكون الشمس في فصل الصيف وميلها  
شمالي



صورة العمل

١٠. ٣٦٢٣٨٩. ظلنا ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة + ١٠ نصف القطر  
 ٩٨٨٠٥٥٩ جا ٣ ساعات و ١٧ دقيقة و ٢٤ ثانية باقى طرح مطاع  
 مستقيم الشمس من ١٢ ساعه

١٠. ٤٨١٨٣٠. ظلنا نظر = ١٨ درجة و ١٥ دقيقة = ميل الشمس  
 شمالى

مثال ثالث

مطاع مستقيم الشمس يساوى ١٥ ساعه و ٢٩ دقيقة و ٦ ثانية  
 والمطلوب ميلها (الجواب) حيث كان مطاع مستقيم الشمس أكثر من  
 ١٢ ساعه في طرح منه ١٢ ساعه و يصير العمل فى مئات ميزان ص ص  
 وتكون الشمس فى فصل الخريف وميلها جنوبى

صورة العمل

١٠. ٣٦٢٣٨٩. ظلنا ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة + ١٠ نصف القطر

= - ٤

١٠ ٢٩ ٥٦

١٢ ٠٠ ٠٠

٩٨٩٩٦٧٠ جا ٣ ٢٩ ٥٦ ميزان ص ص  
 ١٠. ٤٦٢٧١٩ يتقار من ظل التمام = ٤٥ ٠٠ = ١٩ ميل  
 الشمس جنوبى

مثال رابع

مطاع مستقيم الشمس يساوى ٢٠ ساعه و ٤٨ دقيقة و ٤٣ ثانية  
 والمطلوب ميلها (الجواب) يقال حيث كان مقدار مطاع مستقيم الشمس  
 أكثر من ١٨ ساعه وأقل من ٢٤ ساعه في طرح من ٢٤ ساعه  
 و يصير العمل فى مئات حـ حـ فى فصل الشتاء وميلها جنوبى

صوره العمل

٢٠٨٩٢٣٨٩ ظنا ٢٣ درجه و ٢٨ دقيقه + ١٥ نصف القطر

٤ - =

٢٥ ٤٨ ٤٣

٢٤ ٠٠ ٠٠

٠٣ ١١ ١٧ ٩٨٦٩٨٤٧

١٠٨٩٢٥٤٣ ظنا نظر ١٧ درجه و ٥٠ دقيقه = ميل الشمس جنوبي

المطلوب طول الشمس اذا علم مقدار مطلعها المستقيم

مثال اول

مطلع مستقيم الشمس يساوي ٤ ساعات و ٢٢ دقيقه و ٥٥ ثانيه  
والمطلوب طول الشمس (الجواب) يقال في مثلث ج ه ع الكروي  
القائم الزاوية ظل تمام الوتر يساوي ظل تمام احد الاضلاع في جيب  
تمام الزاوية المحصورة بين الوتر والاضلاع المذكور كما هو مذكور في النتيجة  
(ه) اعني ظنا ج ه ٤ ساعات و ٢٢ دقيقه و ٥٥ ثانيه  
في جتا ٢٣ درجه و ٢٨ دقيقه ارضم ظل تمام مطلع مستقيم على جيب  
تمام ٢٣ درجه و ٢٨ دقيقه ويطرح من الحاصل نصف القطر و ينظر  
على الباقي من ظل التمام ينتج مقدار طول الشمس

صوره العمل

٩٨٥٤٣٦٠١ ظنا ٤ ساعات و ٢٢ دقيقه و ٥٥ ثانيه

٩٨٩٦٢٥٠٨ جتا ٢٣ درجه و ٢٨ دقيقه ضم

١٩٨٥٠٦١٠٩ يكون

١٠٨٠٠٠٠٠٠ نصف القطر

٠٩٨٥٠٦١٠٩ ينظر من ظل التمام يساوي ٧٢ درجه و ١٣ دقيقه =

طول الشمس

مثال ثاني

مطلع مستقيم الشمس يساوي ٨ ساعات و ٢٢ دقيقه و ٨ ثانيه  
والمطلوب طول الشمس (الجواب) يقال حيث كان مطلع مستقيم الشمس

أكثر من ٦ ساعات وأقل من ١٢ ساعة في طرح من ١٢ ساعة يصير  
الباقى ٣ ساعات و ١٧ دقيقة و ٢٤ ثانية ويصير العمل في مثلث  
ميزان سه سه و بعد استخراج ضلع ميزان سه بطرح من ١٨٠ درجة  
ينتج مقدار طول الشمس

صورة العمل

٩٩٣٢٦٥٠ ظنا ٣ ساعات و ١٧ دقيقة و ٢٤ ثانية  
٩٩٦٢٥٠٨ جتا ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة ضم  
١٩٨٩٥١٥٨ يكون

١٠٠٠٠٠٠٠  
٩٨٩٥١٥٨ ظنا نظر = ٥١ ٥١

١٨٠ ٠٠ طرح  
١٢٨ ٠٩ مقدار طول الشمس

مثال ثالث

مطلع مستقيم الشمس يساوى ١٥ ساعة و ٢٩ دقيقة و ٥٦ ثانية  
والمطلوب طولها (الجواب) يقال حيث كان مقدار مطلع مستقيم الشمس  
أكثر من ١٢ ساعة وأقل من ١٨ ساعة يطرح من مقدار المطلع المستقيم  
الذى كور ٢ ساعة فيصير الباقي ٣ ساعات و ٢٩ دقيقة و ٥٦ ثانية  
ويصير العمل في مثلث حل سه سه و بعد استخراج مقدار قوس  
ميزان سه سه يضم عليه ١٨٠ درجة ينتج طول الشمس

صورة العمل

٩٨٨٥٢٤٢ ظنا ٣ ساعات و ٢٩ دقيقة و ٥٦ ثانية  
٩٩٦٢٥٠٨ جتا ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة ضم  
١٩٨٤٧٧٥٠ يكون

١٠٠٠٠٠٠٠ جانصفا القطر = ٥ ٥

٩٨٤٧٧٥٠ ظنا نظر ٣٠ ٥٠ ٥٤ + ١٨٠ درجة

٣٠ ٥٠ ٢٣٤ طول الشمس



مثال رابع

مطلع مستقيم الشمس ٢٢ ساعة و ٤٨ دقيقة و ٤٣ ثانية والمطلوب  
طول الشمس (الجواب) يقال حيث كان مطلع مستقيم الشمس أكثر من  
١٨ ساعة وأقل من ٢٤ ساعة فبطرح من ٢٤ ساعة فبصير الباقي  
٣ ساعات و ١١ دقيقة و ١٧ ثانية وبصير العمل في مثلث ج ل ف ف  
وبعد استخراج مقدار قوس ج ل ف بطرح من ٣٦٠ درجة ينتج مقدار  
طول الشمس

صورة العمل

١٦٨ ٩٥٧ ٩٠٠ ظنا ٣ ساعات و ١١ دقيقة و ١٧ ثانية  
٩٠٠ ٩٦٣ ٥٠٨ جتا ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة ضم  
١٩٠٩١٩٦٧٦ يكون

١٠٠ ٠٠ ٠٠ جا نصف القطر ٠  
٠٩٠٩١٩٦٧٦ ظنا ١٥ ١٦ ٠٥٠  
٣٦٠ ٠٠ ٠٠

٤٥ ٤٣ ٤٠ = طول الشمس

٨٧ في بيان استخراج وقت دخول الشمس في برج الحمل سنة ١٨٧٤  
وطريق ذلك يؤخذ ميل الشمس يوم ٢٠ مارت ويكون جنوبا وميل  
الشمس يوم ٢١ مارت ويكون شمالا ثم يجمع أحدهما على الآخر فينتج  
مقدار حركة الشمس في الميل في مدة ٢٤ ساعة ثم يقال حيث ان حركة  
الشمس في مدة ٢٤ ساعة كذا دقائق وثواني فكم يلزم من الساعات  
والدقائق التي تقطع فيها الشمس مقدار ميلها في يوم ٢٠ مارت ثم بصير  
استخراج مقدار الحمل هذا الرابع من التناسب فيصير مساويا لوقت دخول  
الشمس في برج الحمل هكذا

صورة العمل

٠٦ ٢٥ ٠٠ ميل الشمس في يوم ٢٠ مارت سنة ١٨٧٤ جنوب  
١٦ ١٧ ٠٠ شرحه في ٢١ مارت شمال  
٤١ ٢٣ ٠٠ فرق ميل اليومين في مدة ٢٤ ساعة

نسبة ٤١ : ٢٣ : ٢٥ : ٠٦ : ٢٤ ساعة : ٢٣ : ٢٥ : ٠٦ : ٢٤ ساعة : ٢٣ : ٢٥ : ٠٦ : ٢٤ ساعة

٩ دقائق و ٢٥ ثانية  $\times$  ٢٤ ساعة = ٩ : ٢٠ : ٠٦ وقت دخول الشمس  
٢٣ دقيقة و ١٤ ثانية

في برج الحمل ومن ذلك الوقت يصير حساب طول النجم ويؤخذ من كل يوم مقدار درجة واحدة

في تصحيحات ميل الشمس

٨٨ حيث كانت حركة الشمس على محيط دائرتها غير منتظمة وانها تقطع

ذلك المحيط في مدة سنة شمسية مقدارها ٤٩ ٤٨ : ٣٦٥ يوما  
وفي كل أربع سنوات يتكّون من الكسور الموجودة في كل سنة التي  
هي ساعات ٨٩ دقيقة و ٩ ثانية سنة كبيسة مقدارها ٣٦٦ يوما

اعني يضرب ٤٩ ٤٨  $\times$  ٠٤ = ١٦ : ٢٣ وهذا المقدار  
ينقص عن يوم واحد مقدار ٢٤ ساعة بقدر ٤ دقائق و ٩ ثانية  
وبهذا السبب يحصل اختلاف ميل الشمس في كل سنة عن السنة التي  
قبلها او بعدها وحيث كان ذلك فيلزم الحال لوجود كتاب معرفة الا زمان  
المحرر سنوي لئلا يستعمل الجدول الا في بصيرة تصحيح ميل الشمس  
وتحوي له من أي سنة يكون معلوم ميلها الى أي سنة يطالب فيها ميل  
الشمس المذكور وهذا الجدول محرره أسماء الشهور والافرنجية من  
جهة اعلاه وماخوذ من كل شهر يوم ٧ و ١٣ و ١٩ و ٢٥ وموجود  
في الخانة التي في يسار الجدول مقدار السنين من ٤ و ٨ و ١٦ و ٢٠  
ومحرر داخل خانات الفرق الذي يحصل في كل أربعة سنين تحت كل شهر  
من الشهور المذكورة

وكيفية استعمال الجدول المذكور ان يطرح تاريخ السنة المعلوم  
فيها ميل الشمس من تاريخ السنة المطلوب فيها مقدار الميل والباقي يؤخذ

من صحيفة الجدول من اليسار و يقابل باليوم المطلوب فيه ميل الشمس  
من الشهر الموجود به ويؤخذ العدد الذي يوجد بعلامته فان كان يوجد  
بعلامة ناقص يطرح من ميل اليوم الموجود في السنة الموجود فيها ميل  
الشمس وان كان يوجد بعلامة زائد يضم  
مثال ذلك

اذا كان المطلوب معرفة ميل الشمس في يوم ١٣ جي شهر يوليو سنة ١٨٠  
وكان موجود ميل سنة ١٨٧٤ فطريق ذلك أن تطرح سنة ١٨٧٤  
من سنة ١٨٨٠ فيصير الباقي ٦ سنين فيؤخذ العدد المقابل لاربعة  
سنوات من خانة ١٣ جي يوليو ثم يؤخذ العدد المقابل لمقدار ثمان سنوات  
فيوجد دقيقة واحدة فيؤخذ نصفه أي ٣٠ ثانية بعلامة ناقص و يطرح  
مقدار ٣٠ ثانية من ميل يوم ١٣ جي يوليو سنة ١٨٧٤ ينتج ميل يوم ١٣  
جي يوليو سنة ١٨٨٠ وقس على ذلك

(مثال ثاني)

المطلوب ميل الشمس في ١٩ جي ابريل سنة ١٨٨٥ والوجود ميل  
الشمس سنة ١٨٧٣ يؤخذ من الجدول ١٢ سنة و ١٩ جي ابريل فيوجد  
دقيقة ٢ يضم على ميل اليوم المذكور هكذا  
صورة العمل

|     |      |     |    |          |     |
|-----|------|-----|----|----------|-----|
|     |      |     | ٣٦ | ٥٣       | ٩   |
|     | ١٨٧٣ | سنة | ١٩ | جي ابريل | ميل |
| طرح | ١٨٨٥ |     |    |          |     |
|     | ١٢   | سنة |    |          |     |
|     | ١٨٧٣ | سنة | ١٩ | جي ابريل | ميل |
|     | ٢٠٠  |     |    |          |     |
|     | ٢٠٠  |     |    |          |     |
|     | ١٨٨٥ | سنة | ١٩ | جي ابريل | ميل |
|     | ٣٦   |     | ٥٥ | ٩        |     |



وهذه صورة الجدول المذكور

| مدقة السنين | اشهر  |   |    |    |    |        |   |    |    |    |       |   |    |    |    | مدقة السنين |
|-------------|-------|---|----|----|----|--------|---|----|----|----|-------|---|----|----|----|-------------|
|             | يناير |   |    |    |    | فبراير |   |    |    |    | مارث  |   |    |    |    |             |
|             | ايام  |   |    |    |    | ايام   |   |    |    |    | ايام  |   |    |    |    |             |
|             | ١     | ٧ | ١٣ | ١٩ | ٢٥ | ١      | ٧ | ١٣ | ١٩ | ٢٥ | ١     | ٧ | ١٣ | ١٩ | ٢٥ |             |
| ٠٤          | -     | - | -  | -  | -  | -      | - | -  | -  | -  | -     | - | -  | -  | +  | ٠٤          |
| ٠٨          | -     | - | -  | -  | -  | -      | - | -  | -  | -  | -     | - | -  | -  | -  | ٠٨          |
| ١٢          | ٠     | ٠ | ١  | ١  | ١  | ١      | ٢ | ٢  | ٢  | ٢  | ٢     | ٢ | ٢  | ٢  | ٢  | ١٢          |
| ١٦          | ١     | ١ | ١  | ١  | ٢  | ٢      | ٢ | ٢  | ٢  | ٣  | ٣     | ٣ | ٣  | ٣  | ٣  | ١٦          |
| ٢٠          | ١     | ١ | ١  | ٢  | ٢  | ٢      | ٣ | ٣  | ٣  | ٣  | ٣     | ٣ | ٣  | ٤  | ٤  | ٢٠          |
|             | ابريل |   |    |    |    | مايس   |   |    |    |    | يونيو |   |    |    |    |             |
|             | ايام  |   |    |    |    | ايام   |   |    |    |    | ايام  |   |    |    |    |             |
|             | ١     | ٧ | ١٣ | ١٩ | ٢٥ | ١      | ٧ | ١٣ | ١٩ | ٢٥ | ١     | ٧ | ١٣ | ١٩ | ٢٥ |             |
|             | +     | + | +  | +  | +  | +      | + | +  | +  | +  | +     | + | +  | ٠  | ٠  |             |
| ٠٤          | -     | - | -  | -  | -  | -      | - | -  | -  | -  | -     | - | -  | -  | -  | ٠٤          |
| ٠٨          | ١     | ١ | ١  | ١  | ١  | ١      | ١ | ١  | ١  | ١  | ١     | ١ | ١  | ٠  | ٠  | ٠٨          |
| ١٢          | ٢     | ٢ | ٢  | ٢  | ٢  | ٢      | ٢ | ١  | ١  | ١  | ١     | ١ | ٠  | ٠  | ٠  | ١٢          |
| ١٦          | ٣     | ٣ | ٣  | ٣  | ٣  | ٢      | ٢ | ٢  | ٢  | ٢  | ١     | ١ | ٠  | ٠  | ٠  | ١٦          |
| ٢٠          | ٤     | ٣ | ٣  | ٣  | ٣  | ٣      | ٣ | ٣  | ٢  | ٢  | ١     | ١ | ١  | ٠  | ٠  | ٢٠          |

| مدة السنين | اشهر   |   |    |    |    |       |   |    |    |    |        |   |    |    |    | مدة السنين |
|------------|--------|---|----|----|----|-------|---|----|----|----|--------|---|----|----|----|------------|
|            | يوليو  |   |    |    |    | اغسطس |   |    |    |    | سبتمبر |   |    |    |    |            |
|            | ايام   |   |    |    |    | ايام  |   |    |    |    | ايام   |   |    |    |    |            |
|            | ١      | ٧ | ١٣ | ١٩ | ٢٥ | ١     | ٧ | ١٣ | ١٩ | ٢٥ | ١      | ٧ | ١٣ | ١٩ | ٢٥ |            |
| ٤          | -      | - | -  | -  | -  | -     | - | -  | -  | -  | -      | - | -  | -  | +  |            |
| ٨          | -      | - | -  | -  | -  | -     | - | -  | -  | -  | -      | - | -  | -  | -  |            |
| ١٢         | ٠      | ٠ | ٠  | ٠  | ٠  | ٠     | ٠ | ٠  | ٠  | ٠  | ١      | ١ | ١  | ١  | ١  |            |
| ١٦         | ٠      | ١ | ١  | ١  | ١  | ١     | ٢ | ٢  | ٢  | ٢  | ٢      | ٢ | ٢  | ٢  | ٢  |            |
| ٢٠         | ٠      | ١ | ١  | ١  | ٢  | ٢     | ٢ | ٢  | ٢  | ٣  | ٣      | ٣ | ٣  | ٣  | ٣  |            |
|            | ١      | ١ | ١  | ٢  | ٢  | ٢     | ٢ | ٢  | ٣  | ٣  | ٣      | ٣ | ٣  | ٤  | ٤  |            |
| مدة السنين | اشهر   |   |    |    |    |       |   |    |    |    |        |   |    |    |    | مدة السنين |
|            | اكتوبر |   |    |    |    | نوفبر |   |    |    |    | ديسمبر |   |    |    |    |            |
|            | ايام   |   |    |    |    | ايام  |   |    |    |    | ايام   |   |    |    |    |            |
|            | ١      | ٧ | ١٣ | ١٩ | ٢٥ | ١     | ٧ | ١٣ | ١٩ | ٢٥ | ١      | ٧ | ١٣ | ١٩ | ٢٥ |            |
| ٤          | +      | + | +  | +  | +  | +     | + | +  | +  | +  | +      | + | +  | +  | +  |            |
| ٨          | -      | - | -  | -  | -  | -     | - | -  | -  | -  | -      | - | -  | -  | -  |            |
| ١٢         | ٠      | ١ | ١  | ١  | ١  | ١     | ٠ | ٠  | ٠  | ٠  | ٠      | ٠ | ٠  | ٠  | ٠  |            |
| ١٦         | ١      | ١ | ١  | ١  | ١  | ١     | ١ | ١  | ١  | ١  | ١      | ١ | ١  | ١  | ١  |            |
| ٢٠         | ٢      | ٢ | ٢  | ٢  | ٢  | ٢     | ٢ | ٢  | ٢  | ٢  | ٢      | ٢ | ٢  | ٢  | ٢  |            |
|            | ٢      | ٢ | ٢  | ٢  | ٢  | ٢     | ٢ | ٢  | ٢  | ٢  | ٢      | ٢ | ٢  | ٢  | ٢  |            |

٨٩ في كيفية تحويل ميل الشمس الى أى وقت كان

جدول ميل الشمس المحررة في كتاب معرفة الأزمان المجهول سنوي محسوب من وقت نصف نهار لكل يوم من أيام السنة وان القواعد المتعلقة بالارصاد الفلكية لا تتوقف على كيفية اجرائها وقت الزوال فقط بل انه يصير استعمالها في أى وقت كان سواء كان ذلك بالارصاد المأخوذة من الشمس نهارا أو بالارصاد المأخوذة من القمر والكواكب ليلا وحيث كان ذلك فيلزم تحويل ميل الشمس الى الوقت الذي يصير فيه رصد أحد الكواكب فان كان الوقت الذي يصير فيه أخذ ارتفاع الكوكب بعد الزوال فيحسب هذا الوقت وقتا فلكيا واما اذا كان الوقت الذي صار فيه أخذ ارتفاع الشمس أو أحد الكواكب من بعد نصف الليل فيحسب ذلك الوقت وقتا اعتيادي ولا يحل تحويله الى وقت فلكي يلزم طرح ١٢ ساعة من الوقت المذكور فيصير الباقي وقتا فلكيا ويضم ١٢ ساعة على ساعات وقت العمل ويطرح يوم واحد من أيام تاريخ الشهر ينتج مقدار الوقت الفلكي وهذا بالنسبة لطول المكان المعتبر مبدأ طول واما لو أريد تحويل ميل الشمس الى أى ساعة من ساعات الليل والنهار المتطورة في أى مكان كان فيصير تحويل ذلك الوقت الى وقت فلكي محل كما سبق ثم يحول طول المكان الى ساعات فان كان طول المكان شرقيا فيطرح زمن الطول من وقت فلكي محل وان كان الطول غربيا فيضم زمن الطول على وقت فلكي محل والنتيجة يكون وقت فلكي محل مبدأ الطول وبعد ذلك يصير استخراج ميل الشمس لليوم الذي يوجد في حساب فلكي مبدأ الطول وميل اليوم الذي بعده فاذا كان جنس مباحا واحدا فيطرح الاقل من الاكثر والباقي يكون حركة الكوكب في مدة ٢٤ ساعة ثم يقال نسبة ٢٤ ساعة الى ساعات وقت فلكي مبدأ الطول : ١ : فرق ميل اليومين المذكورين الى الطرف المجهول وبعد استخراجها يضم أو يطرح من ميل اليوم الاول على حسب تزايد الميل أو نقصه فينتج ميل الكوكب في وقت ساعة العمل او انه يؤخذ انساب ٢٤ ساعة وانساب فلكي مبدأ الطول وانساب فرق الميل



من جداول الاربعة المتناسبة ويضم لوغار يتم فلكي على لوغار يتم فرق  
الميل وي طرح من المجموع انساب ٢٤ ساعة وينظر على الباقي من الجداول  
المذكورة يتبع مقدار الطرف المجهول او يؤخذ المقيم اللوغاريتمي لاربعة  
وعشرين ساعة وهو ١٢٤٩ ٩ ويضم على انساب حساب فلكي وانساب  
فرق الميل وي طرح من الحاصل العشرات وينظر على الباقي من الجداول  
المذكورة يتبع مقدار الطرف المجهول او يؤخذ انساب حساب فلكي  
وانساب فرق الميل من جداول الاربعة المتناسبة الموجودة في كتاب  
اللوغاريتم الانكليزي ويصيرجهما وينظر على الحاصل من الجداول  
المخصوصة لفرق الميل يتبع مقدار الطرف المجهول وعمل الجداول المذكورة  
معلومة في كتاب اللوغاريتم ويانه هكذا

### مثال اول

سنة ١٨٧٤ في يوم ١٥ جى شهر مايس جرى اخذ ارتفاع الشمس في  
٩ ساعات و ٤٨ دقيقة و ١٢ ثانية قبل الزوال وايضا صار اخذ ارتفاع  
الشمس في ١ ساعة و ٢٥ دقيقة و ٣٠ ثانية بعد الزوال وكان  
طول المكان ٢٨ درجة و ٢٥ دقيقة شرق نصف نهار غروب  
والمطلوب تحويل ميل الشمس الى الوقت المأخوذ فيه ارتفاع الشمس  
قبل الزوال والوقت الذي بعد الزوال

### صورة العمل

| يوم | س  | د  | ص  |
|-----|----|----|----|
| ١٢  | ٤٨ | ٠٩ | ١٥ |
| ٠٠  | ٠٠ | ١٢ | ١  |
| ١٢  | ٤٨ | ٢١ | ٢٤ |
| ٤٠  | ٥٣ | ٠١ |    |
| ٣٢  | ٥٤ | ١٩ | ١٤ |

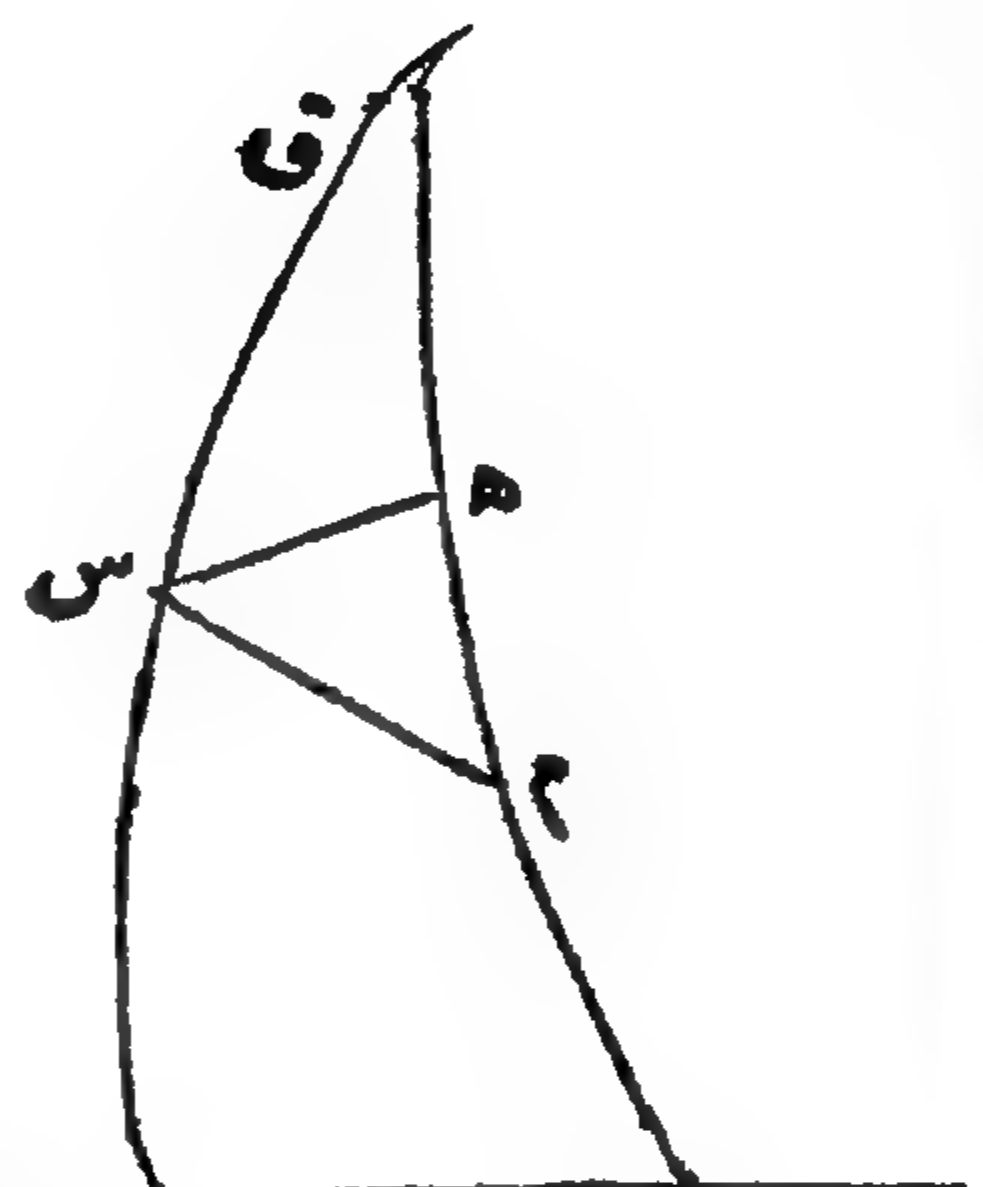






دوجه و ٥٣ دقيقة شرقا اذا طر حنا طول سكندرية من طول مكة يصير  
الباقى ٥٠ درجات و ٢١ دقيقة و ٥ ثانية واذا رزى بحرف ق اوقع  
القطب الشمالى وبحرف س اوقع سكندرية وبحرف م اوقع مكة ثم  
رسمنا نصف نهارى ق س وق م وصلنا قوس س م

فيحدث مثلث ق س م الكروى  
المائل الزاوية وفيه ضلع ق س  
يساوى ٥٨ درجات و ٤٩ دقيقة  
اعنى تمام عرض سكندرية وضلع  
ق م يساوى ٦٨ درجات و ٢٢  
دقيقة اعنى تمام عرض مكة ومقدار  
الزاوية م ق س يساوى فرق  
الطولين ١٠ درجات و ٢٠ دقيقة  
و ٥ ثانية كما هو معلوم فى هذا  
الشكل ولاجل حل هذا المثلث



تنزل من نقطة س عمود س ه على نصف نهارى ق م  
فيحدث مثلث ق ه س القائم الزاوية فى نقطة ه و يصير استخراج مقدار  
العمود ه س بهذا التناسب جانصاف القطر: جا ٥٨ درجة و ٤٩ دقيقة ::  
جا ١٠ درجة و ٢١ دقيقة و ٥ ثانية: جا ضلع س ه كما تقدم ذلك فى  
القضية الثانية من علم المثلثات الكروية وبعد استخراج العمود ه س يصير  
استخراج ضلع ق ه ولذلك يقال جيب تمام الوتر يساوى حاصل ضرب تمام  
جيبى الضلعين الاخيرين كما فى النتيجة الثانية المذكورة فى حل المثلث  
القائم الزاوية اعنى جتا ٥٨ درجة و ٤٩ دقيقة يساوى جتا مقدار  
س ه  $\times$  جتا ه ه اوجتا ه ه يساوى جتا ه ه  
جتا س ه

اعنى يصير طرح جيب تمام مقدار العمود س ه من جيب ٥٨ درجة و ٤٩  
دقيقة وينظر على الباقي من تمام الجيب ينتج مقدار ضلع ق ه واذا طر  
مقدار ق ه من ٦٨ درجات و ٢٢ دقيقة يصير الباقي مساويا ه م

وحيث علم في مثلث س ه م الضلعين المحيطين بالقائمة فيصير استخراج  
 مقدار الوتر س ه م بمقتضى العملية السابقة اعني يضم جيب تمام ضلع  
 ه م على جيب تمام ضلع س ه ه وينظر على الحاصل من تمام الجيب يتبع  
 مقدار الوتر س ه م وحيث علم في مثلث و م س اضلاعه الثلاثة فيصير  
 استخراج مقدار الزاوية و م س ه المقابلة للضلع ٦٨ درجة و ٣٢ دقيقة  
 وبعد استخراج مقدار الزاوية المذكورة يصير طرسمان ١٨٠ درجة  
 فيصير الباقي مساويا للزاوية بالاتجاه المطلوب اعني اتجاه مكة المشرفة  
 ويكون جنوب مشرق

\*(صورة العمل)\*

|   |           |    |    |
|---|-----------|----|----|
| طول مكة المشرفة شرق                         | ٤٠        | ١٤ | ٤٥ |
| طول مكندريه شرق                             | ٢٩        | ٥٣ | ١٠ |
| فرق الطولين شرق                             | ١٠        | ٢١ | ٤٥ |
| مطلوب مقدار العمود ه س ه                    |           |    |    |
| جا نصف القطر                                | ١٠٠٠٠٠    |    |    |
| جا ٥٨ درجة و ٤٩ دقيقة                       | ٩٩٩٣٢٢٢٨  |    |    |
| جا فرق الطولين ١ درجة و ٤٩ دقيقة و ٥٤ ثانية | ٩٩٢٥٤٦٧٢  |    |    |
| جا نظر = ٨ درجة و ١٥ دقيقة و ١٥ ثانية ه س ه | ١٩١١٨٧٢٠٠ |    |    |
| مطلوب ضلع ق م                               |           |    |    |
| جا عرض مكندريه ١١ ٣١ + ١٠ نصف القطر         | ١٩١٤١٤١٤٤ |    |    |
| جا ٥٨ ٥١ ١٥                                 | ٩٩٩٩٤٧٩٤  |    |    |
| جا ٥٨ ٢٤                                    | ٩٧١٩٣٥٠   |    |    |
| تمام عرض مكة                                | ٣٢        |    |    |
| ١٠ ٠٨                                       |           |    |    |

مطلوب ضلع سه م

٩٩٩٩٧٩٤ جتا ١٥ ٥١ ٨ = سه م

٩٩٩٢١٧٣ جتا ١٠ ٠٨ ٠٠ = سه م

١٩٩٨٧٩٦٦

١٠٠٠٠٠٠٠

٩٩٨٧٩٦٦ جتا نظر = ٣٠ ٢٥ ١٣ = سه م

مطلوب زاوية م سه م

٠٠ ٣٢ ٦٨ تمام عرض مكة

٠٠٦٧٧٧٢ قتا ٠٠ ٤٩ ٥٨ تمام عرض سكوندرية

٠٠٦٣٤١٩٠ قتا ٣٠ ٢٥ ١٣ ضلع سه م

٣٠ ٤٦ ١٤٠ يكون

٩٩٧٤٠٤٤ جا ١٥ ٢٣ ٧٠ نصف المحاصل

٠٠ ٣٢ ٦٨ تمام عرض مكة

٨٠٠٠٩٩٥٠ جا ١٥ ٥١ ٠١ باقى

١٩١٨٥٩٥٦

٩٠٥٩٢٩٧٨ ١ المحاصل جتا نظر

٠٠ ٥٦ ١٥

١٥ ٥٦ ٦٦ نصف الزاوية

١٥ ٥٦ ٦٦ ضم مثله

١٣٣٠٥٢٣٠

١٨٠٠٠٠٠٠

٣٠ ٧٠ ٤٦ اتجاه مكة المشرقة جنوب شرق

(فى الدعوى الفلكية)

٩١ (الدعوى الاولى فى استخراج عرض المكان وقت الزوال)

العرض الذى يصير استخراج وقت الزوال يكون بواسطة ارتفاع الشمس



الذي يؤخذ منها وقت مرورها من دائرة نصف نهار مكان الراصد وبواسطة  
ميل الشمس المـلـوم ولاجل معرفة وقت مرور الشمس من نصف نهار  
المكان فيصير أخذ ارتفاع الشمس بالسكستان مرارا قبل وقت الزوال  
وكلماتها ارتفاعها يصير أخذ الارتفاع على التوالي و يصير المداومة على  
هذا العمل حتى يرى للراصد أن الشمس بطيئة في الحركة ويظهر له مكوّناتها  
فلا يتم يصير انخفاضا إلى جهة الافق وحينئذ يعلم له أن الارتفاع المأخوذ  
قبل حركة الشمس في المربوط هو غاية ارتفاع الشمس وقت مرورها من  
نصف نهار المكان فإذا لم ذلك فيصير تصحيح الارتفاع المأخوذ من مقادير  
نصف القطر وانحطاط الافق وانعطاف شعاع الشمس كما سبق في بند (٤٨)  
وبعد ذلك يصير استخراج ميل الشمس يوم العمل ثم يصير تحويره إلى وقت  
نصف نهار المكان ولما كان ارتفاع الشمس مساويا لبعدها الشمس  
عن الافق فإذا طرح من ٩٠ درجة فيصير الباقي مساويا لتمام الارتفاع  
وهو بعد الشمس عن سمت رأس الراصد وحيث كان بعد الشمس عن  
خط الاستواء المأخوذ من دائرة نصف نهار المكان مساويا لميل الشمس  
حينئذ يصير استخراج بعد سمت الرأس عن خط الاستواء بواسطة تمام  
ارتفاع الشمس ومباها المأخوذ مقداره على دائرة نصف نهار المكان  
(وبيانه) إذا توسطت الشمس بين نقطة سمت الرأس وخط الاستواء فيصير  
جمع تمام الارتفاع على ميل الشمس ويصير المحاصل مساويا لمقدار  
انخفاض خط الاستواء السماوي عن سمت الرأس الذي هو مقدار العرض  
وإذا توسط خط الاستواء بين نقطة سمت الرأس وموقع الشمس فيلزم طرح  
ميل الشمس من تمام الارتفاع والحالة الأولى إذا كان ميل الشمس شماليا  
والثانية إذا كان ميلها جنوبيا وكانت الشمس في سمت جنوب الراصد  
وعكس ذلك إذا وجدت الشمس في جهة شمال الراصد ولتوضيح ذلك زمر  
بحروف  $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   
 $\delta$   $\epsilon$   $\zeta$   $\eta$   $\theta$   $\iota$   $\kappa$   $\lambda$   $\mu$   $\nu$   $\xi$   $\omicron$   $\pi$   $\rho$   $\sigma$   $\tau$   $\upsilon$   $\phi$   $\chi$   $\psi$   $\omega$   
ونقطة  $\beta$  سمت القدم و  $\alpha$  دائرة الافق ثم جعلنا قوس  $\alpha$   $\beta$  بجهة  
شمال خط الاستواء وقوس  $\beta$   $\gamma$  بجهة الجنوب فإذا صار أخذ ارتفاع

الشمس وهي في سمت الجنوب فيعد مقدار الارتفاع من قوس  $\alpha$  و يوضع نقطة لمحل الشمس المؤثرة بالحرف  $\theta$  فاذا كان ميل الشمس شماليا فتجعل الشمس الى جهة شمال خط الاستواء وبعد مقدار ميل الشمس الى نقطة (ز) و يرسم منها خط  $\alpha$  ح المار بالمركز فلهذا الخط يكون هو خط الاستواء السماوي وبعده عن سمت الرأس يكون مساويا لبعدها عن خط الاستواء مساويا بالارتفاع القطب عن الافق و يكون كل واحد منهما مساويا للعرض المكان كما في بند (٣٥) وعلى ما ذكر اذا كان ميل الشمس شماليا وكانت الشمس في سمت جنوب الراصد فيضم تمام الارتفاع على مقدار ميل الشمس فينتج مقدار العرض واذا كان ميل الشمس جنوبيا فيلزم طرح ميل الشمس من تمام الارتفاع واما اذا كانت الشمس في جهة شمال الراصد وكان ميلها شماليا فيصير طرح ميل الشمس من تمام الارتفاع واذا كان ميلها جنوبيا فيضم ميل الشمس على تمام الارتفاع فينتج مقدار العرض المطلوب

### (تنبيهات)

(الاول) اذا كان ميل الشمس أكثر من عرض المكان وكان جنسهما شماليا فإلّا الشمس ترى وقت أخذ الارتفاع منها في جهة الشمال ومثل ذلك اذا كان جنسهما جنوبيا فانها ترى في جهة جنوب الراصد

(الثاني) اذا كان ميل الشمس مساويا لتمام الارتفاع وكان ميل الشمس شماليا والشمس في سمت الجنوب فيكون مقدار عرض المكان مساويا لمقدار ميل الشمس

(الثالث) اذا انطبق خط الاستواء السماوي على خط أول المعموت فينعدم مقدار العرض و يكون الراصد موجودا على خط الاستواء

(الرابع) اذا انطبق خط الاستواء المذكور على دائرة الافق فيكون الراصد موجودا تحت أحد الاقطاب و يكون عرض المكان يساوي  $90^\circ$  درجة أمثلة من ذلك

سنة ١٨٧٤ في يوم ٢ شهر مايس وجدت السفينة في شمال خط الاستواء





مثال ثاني

سنة ١٨٧٤ في يوم ٢٠ شهر اكتوبر ووجدت السفينة في شمال خط الاستواء كان طول موقعا شرق نصف النهار غروب ٢٨ درجة و ٣٥ دقيقة وارتفاع السفينة ٢٠ قدما وارتفاع الشمس محيط اسفل وقت الزوال وهي في سمت جنوب الراصد ٢٠ درجة و ٣٠ دقيقة وهـ ثانية والمطلوب العرض الصحيح صورة العمل

| مطلوب ارتفاع صحيح | يوم | سمت                        |
|-------------------|-----|----------------------------|
| ارتفاع ماخوذ      | ٢٠  | وقت الزوال                 |
| محيط اسفل         | ٠٠  | زمن الطول                  |
| نصف القطر         | ٠١  | شرق طارج                   |
| ارتفاع مركز       | ٠٨  |                            |
| ارتفاع سفينة      | ٤٢  | حساب فلكي                  |
| ٢٠ قدم            | ٢٣  | غروب                       |
| ارتفاع ظاهر       | ٤٢  | مطلوب فرق الميل            |
| انعطاف شعاع       | ٤٠  | ٣٤ ٠١ ١٠ ميل ١٩ جى اكتوبر  |
| ارتفاع صحيح       | ٠٨  | ١١ ٢٣ ١٠ ميل ٢٠ جى اكتوبر  |
| سمت جنوب          | ٢٨  | ٣٧ ٢١ ٠٠ فرق الميل         |
|                   | ٩٠  | مطلوب طرف ثاني             |
| تمام ارتفاع       | ٠٠  | ٨٢ ٣٥ ٢٠ انساب فلكي غروب   |
| ميل الشمس         | ٤٧  | ٤٨ ٢٠ ٩٢ انساب فرق الميل   |
| جنوب طرج          | ١٩  | ٦٣ ٩٥ انساب طرف ثاني       |
| عرض سفينة صحيح    | ٢٨  | ١٩ دقيقة وهـ ثانية         |
| شمال              | ٣١  | مطلوب ميل صحيح             |
|                   | ٥٨  | ٣٤ ٠١ ١٠ ميل ١٩ جى اكتوبر  |
|                   | ٢٦  | ٤٨ ١٩ ٠٠ طرف ثاني الميل في |
|                   |     | انترابديضم                 |
|                   |     | ٢٨ ٢١ ٢١ ميل جنوب          |

مثال ثالث

ارتفاع الشمس بعد التصحيح وجد ٨٢ درجة و ٢٠ دقيقة والشمس  
في سمت جنوب الراصد ومقدار ميل الشمس بعد التصحيح ١٦ درجة  
و ٤٠ دقيقة جنوباً والمطلوب عرض المكان

صورة العمل

|                      |    |    |    |
|----------------------|----|----|----|
| ارتفاع صحيح سمت جنوب | ٨٢ | ٢٠ | ٠٠ |
|                      | ٩٠ | ٠٠ | ٠٠ |
| تمام ارتفاع          | ٧  | ٤٠ | ٠٠ |
| ميل صحيح جنوب        | ١٦ | ٤٠ | ٠٠ |
| عرض المكان جنوب      | ٩  | ٠٠ | ٠٠ |

مثال رابع

ارتفاع الشمس وقت الزوال بعد التصحيح ٧٩ درجة و ٤٠ دقيقة  
والشمس في سمت شمال الراصد وميلها وجد بعد التصحيح ١٩ درجة و ٢٠  
دقيقة شمالاً والمطلوب مقدار عرض المكان

|                            |    |    |    |
|----------------------------|----|----|----|
| ارتفاع الشمس في سمت الشمال | ٧٩ | ٤٠ | ٠٠ |
|                            | ٩٠ | ٠٠ | ٠٠ |
| علم ارتفاع                 | ١١ | ٢٠ | ٠٠ |
| ميل الشمس صحيح شمالاً      | ١٩ | ٢٠ | ٠٠ |
| عرض المكان شمالاً          | ٩  | ٠٠ | ٠٠ |

مثال خامس

ارتفاع الشمس وقت الزوال بعد التصحيح وجد ٧٥ درجة و ١٥ دقيقة  
والشمس في سمت الجنوب ومقدار ميل الشمس صحيحاً يساوي ١٤  
درجة و ٥٠ دقيقة جنوباً والمطلوب مقدار العرض

صورة العمل

|   |    |    |    |
|---|----|----|----|
| ارتفاع الشمس الصحيح في سمت الجنوب         | ٧٥ | ١٥ | ٠٠ |
|   | ٩٠ | ٠٠ | ٠٠ |
| تمام ارتفاع                               | ١٤ | ٤٥ | ٠٠ |
| ميل الشمس جنوب                            | ١٤ | ٤٥ | ٠٠ |
| يساوي العرض والسفينة تدون على خط الاستواء | ٠٠ | ٠٠ | ٠٠ |

مثال سادس

غاية ارتفاع الشمس وقت الزوال وهي في سمت الجنوب ٢٠ درجة و ٣٠ دقيقة وميل الشمس بعد التصحيح يساوي ٢٠ درجة و ٣٠ دقيقة شمالي والمطلوب مقدار عرض المكان

صورة العمل

|                                     |    |    |    |
|-------------------------------------|----|----|----|
| ارتفاع الشمس الصحيح في سمت الجنوب   | ٢٠ | ٣٠ | ٠٠ |
|                                     | ٩٠ | ٠٠ | ٠٠ |
| تمام ارتفاع                         | ٦٩ | ٣٠ | ٠٠ |
| ميل الشمس صحيح شمالي                | ٢٠ | ٣٠ | ٠٠ |
| اعني السفينة تكون تحت القطب الشمالي | ٩٠ | ٠٠ | ٠٠ |

مناقشات الدهوى المذكورة

اذا كان عرض المكان ٣٦ درجة و ٥٨ دقيقة و ٣١ ثانية شمالي ووجد غاية ارتفاع الشمس وقت الزوال ٤٢ درجة و ٤٠ دقيقة والمطلوب مقدار ميل الشمس

(الجواب) أن يصير طرح مقدار العرض من تمام ارتفاع الشمس فيصير الباقي ١٠ درجات و ٢١ دقيقة و ٣١ ثانية وهو مساوي لميل الشمس ويكون جنوبيا



ثانيا اذا كان عرض المكان ٢٣ درجة و ٣١ دقيقة و ٤٥ ثانية  
شمالى وكان ميل الشمس ١٥ درجة و ٢٣ دقيقة و ١١ ثانية شمال  
المطلوب غاية ارتفاع الشمس وقت الزوال

(الجواب) أن يصير طرح ميل الشمس من عرض المكان فيصير الباقي  
١٨ درجة و ٨ دقائق و ٤٣ ثانية مساويا لتمام الارتفاع فاذا طرح  
من ٩٠ درجة يصير الباقي ٧٢ درجة و ٥١ دقيقة و ١٧ ثانية  
هو غاية ارتفاع الشمس وقت الزوال

وأما كيفية استخراج الانحراف البوصلة وقت الزوال فانه يؤخذ اتجاه  
الشمس بالبوصلة وقت مرور الشمس من نصف نهار المكان فيصير مقدار  
ذلك الاتجاه المأخوذ هو مقدار الانحراف وذلك لان الشمس وقت مرورها  
من نصف نهار المذكور توجد في سمت أحد القطبين أى انه اذا كانت  
الشمس موجودة في جهة جنوب الراصد فانها تكون على سمت اتجاه  
القطب الجنوبي وان وجدت في جهة شمال الراصد فانها تكون على  
سمت اتجاه القطب الشمالى

ولاجل معرفة جنس الانحراف المذكور فليتأمل الاتجاه المأخوذ من  
الشمس في وقت الزوال فان كان ذلك الاتجاه وجد في زاوية جنوب مغرب  
أو في زاوية شمال مشرق فانه يكون جنس الانحراف غربيا وأما اذا  
كان اتجاه الشمس المنظور من البوصلة يوجد في زاوية جنوب مشرق  
أو في زاوية شمال مغرب فينبذ فيكون جنس الانحراف شرقيا بعكس  
الاول وبرهانه ظاهر لان الشمس متى كانت في زاوية جنوب مغرب أو شمال  
مشرق فيكون جنوب البوصلة موجودا على يسار الشمس التى هي في سمت  
أحد القطبين وحينئذ يكون شمال البوصلة متجذبا الى جهة المغرب وبمثل  
ذلك يصير التوضيح عن الانحراف الشرقى

### الدعوى الثانية

في استخراج العرض بواسطة النجوم

٩٣

استخراج عرض المكان بواسطة أحد الكواكب المحرر أسماؤها بالنجد اول  
التى في صحيفة (٢١) و (٢٢) أو المحررة في كتب معرفة الا زمان وعلى

ذلك يصير البحث أولاً عن وقت مرور أحد الكواكب المذكورة من  
نصف نهار المكان وهو أن يؤخذ مطلع مستقيم الكوكب المطلوب من  
الجدول المقابلة للكواكب ثم يصبر أخذ مطلع مستقيم الشمس من كتاب  
معرفة الأزمان ثم يطرح مطلع مستقيم الشمس من مطلع مستقيم الكوكب  
فيصير الباقي هو وقت مرور الكوكب من نصف نهار المكان فإذا لم يمكن  
طرح مطلع مستقيم الشمس من مطلع مستقيم الكوكب فيضاف على  
مطلع مستقيم الكوكب ١٢ ساعة أو ٢٤ ساعة حسب الاقتضاء ثم  
يطرح مطلع مستقيم الشمس من المحاصل فينتج زمن الوقت الذي يصير  
مرور الكوكب فيه من نصف نهار المكان وحيث علم ذلك في وقتها يصير  
أخذ ارتفاع من الكوكب ثم يصير تعميمه من انحناء الأفق وانعطف  
شعاع النجم وبعد ذلك يطرح من ٩٠ درجة فينتج مقدار تمام الارتفاع  
ثم يصير استخراج ميل الكوكب ويتقارن كان الكوكب وقت أخذ  
ارتفاعه يوجد في سمت جنوب الراصد وكان ميله شمالياً فيضم مقدار الميل  
على مقدار تمام الارتفاع والناجى يكون مساوياً بالعرض المكان وأما إذا  
كان الميل جنوبياً والكوكب في سمت جنوب الراصد فيطرح مقدار  
ميله من تمام الارتفاع والناجى يكون مقدار العرض المطلوب وعكس  
ذلك إذا كان الكوكب في سمت شمال الراصد وقد قدم البرهان على  
ذلك في التوضيح الأولى كما صار في استخراج العرض بواسطة ارتفاع الشمس  
وقت مرورها من نصف نهار المكان وبتطبيق ذلك على شكل (٣٧)  
تلم الكيفية

أمثلة من ذلك

سنة ١٨٧٤ في يوم ١٤ جى شهر بنواريو السفينة وجدت في شمال  
خط الاستواء وطول موقعها ٢٥ درجة و ٣٠ دقيقة شرق نصف نهار  
غروب ارتفاع السفينة ٢٠ قدما وعند مرور النجم المسمى الدبران  
من نصف نهار المكان صار أخذ ارتفاعه وجد ٧٠ درجة و ٣٠ دقيقة  
وكان في سمت جنوب الراصد والمطلوب مقدار العرض  
(الجواب) يؤخذ مطلع مستقيم نجم الدبران من جدول صغيرة ٢٩

فيوجد ساعات و ٢٨ دقيقة وبعد ذلك يصير استخراج مطلع مستقيم الشمس ليوم ١٤ شهر ينوار يوفى ويوجد ١٩ ساعة و ٤٤ دقيقة و ٣١ ثانية و حيث كان طول المكان شرقيا فيؤخذ مطلع مستقيم الشمس ليوم ١٣ و يطرح أحدهما من الآخر يصير الباقي ٤ دقائق و ١٩ ثانية مقدار فرق المطالع في مدة ٢٤ ساعة

ثم يصير استخراج ما يخص زمن الطول من الفرق المذكور وهو أن يقال نسبة ٢٤ ساعة : ١ ساعة و ٢٢ دقيقة مقدار زمن الطول :: ٤ دقائق و ١٩ ثانية فرق المطالع : س مجهول أو س ٢ من التواني و حيث كان مطلع مستقيم الشمس ليوم ١٤ أكثر من مطلع مستقيم اليوم الذي قبله فيطرح مقدار ٢ من التواني من مقدار مطلع مستقيم الشمس ليوم ١٤ فيصير الباقي ١٩ ساعة و ٤٤ دقيقة و ٢٩ ثانية وهو مقدار مطلع مستقيم الشمس الصحيح المقارن لموقع المكان و حيث هذا المقدار أكثر من مطلع مستقيم النجم الذي هو ساعات و ٢٨ دقيقة فيضم على ساعات و ٢٨ دقيقة مقدار ٢٤ ساعة فيصير الحاصل ٢٨ ساعة و ٢٨ دقيقة ثم يطرح من ذلك ١٩ ساعة و ٤٤ دقيقة و ٢٩ ثانية مقدار مطلع مستقيم الشمس فيصير الباقي مساويا ساعات و ٣٠ دقيقة و ٣١ ثانية وهو وقت مرور نجم الدبران من نصف نهار المكان و بوقتها يصير أخذ ارتفاع النجم المذكور ثم انه بواسطة الارتفاع وميل النجم يصير استخراج مقدار العرض كما يأتي

### صورة العمل

|   |    |    |    |
|---|----|----|----|
| مطلع مستقيم نجم الدبران المأخوذ من جدول صحيفة (٢١)          | ٠٤ | ٢٨ | ٠٠ |
|   | ٢٤ | ٠٠ | ٠٠ |
| مطلع مستقيم   | ٢٨ | ٢٨ | ٠٠ |
| مطلع مستقيم الشمس المأخوذ من كتاب معرفة الأزمان وصار تصحيحه | ١٩ | ٤٤ | ٢٩ |
| يساوي وقت مرور النجم من نصف نهار المكان                     | ٠٨ | ٤٣ | ٣١ |





|             |    |    |
|-------------|----|----|
| ٩٠          | ٠٠ | ٠٠ |
| ٣٩          | ٥٠ | ٥٣ |
| ١٢          | ٣٤ | ٥٦ |
| ٥٢          | ٢٥ | ٤٩ |
| (مثال ثالث) |    |    |

سنة ١٨٧٤ في يوم ١٦ شهر يوليو وجدت السفينة في شمال خط الاستواء وطول موقعها ٢٧ درجة و ٣٠ دقيقة شرق نصف نهار غروب وارتفاع السفينة ٢٠ قدما ووقت مرور النجم المسمى فم الحوت من نصف نهار المكان وجد ارتفاعه ٧٥ درجة و ٣٠ دقيقة ومطلوب مقدار العرض

صورة العمل

|  |    |    |
|--|----|----|
| ٢٢   | ٥٠ | ٤١ |
| ٠٧   | ٤٢ | ٢٢ |
| ١٥   | ٠٨ | ١٨ |
| مطلع مستقيم نجم فم الحوت المأخوذ من صحيفة (٢٢)     |    |    |
| مطلع مستقيم الشمس من كتاب معرفة الا زمان           |    |    |
| حيث كانت ساعاته أكثر من ١٢ ساعة يطرح مقدار ١٢ ساعة |    |    |

|  |    |    |
|--|----|----|
| ١٢   | ٠٠ | ٠٠ |
| ٠٣   | ٠٨ | ١٨ |
| وقت مرور نجم فم الحوت من نصف نهار المكان وذلك من بعد نصف الليل |    |    |
| مطلوب ارتفاع صحيح  |    |    |

|   |    |    |
|---|----|----|
| ٧٥  | ٣٠ | ٠٠ |
| ٠٠  | ٠٤ | ٢٤ |
| ٧٥  | ٢٥ | ٣٦ |
| ٠٠  | ٠٠ | ١٦ |
| ٧٥  | ٢٥ | ٢٠ |
| ٩٠  | ٠٠ | ٠٠ |
| ارتفاع نجم فم الحوت ووجد في سمت شمال الراصد |    |    |
| ارتفاع السفينة ٢٠ قدم                       |    |    |
| ارتفاع ظاهري                                |    |    |
| انعطاف شعاع النجم                           |    |    |
| ارتفاع صحيح نجم سمت الشمال                  |    |    |

|    |    |    |  |
|----|----|----|--|
| ٤٠ | ٣٤ | ١٤ | تمام ارتفاع                                |
| ٢٣ | ١٧ | ٣٠ | ميل نجم فم الحوت شمالى من جدول (٢١) و (٢٢) |
| ٤٣ | ٤٢ | ١٥ | عرض المكان شمالى                           |

\*(الدوى الثالثة)\*

٩٣ (في كيفية إيجاد العرض بواسطة ارتفاع القمر)

حيث كان في بعض الأيام تتعجب الشمس بسبب تراكم الغمام ويحتاج الأمر معرفة العرض ليلاً فيصير أخذ ارتفاع القمر وقت مروره من نصف نهار المكان كما أنه يؤخذ وقت مروره الكواكب منها بواسطة الارتفاع المأخوذ من القمر وميله المعلوم فيصير استخراج العرض كما تقدم في القضية الأولى والثانية تطبيقاً على شكل (٣٧) ولاجل معرفة وقت مرور القمر من نصف نهار المكان يتقراؤا إلى طول المكان وجنسه فإذا كان الطول شرقياً يؤخذ مرور القمر يوم العمل ومروره في اليوم الذي قبله وإن كان الطول غربياً يؤخذ مرور القمر يوم العمل ومروره في اليوم الذي بعده ويطرح الأقل من الأكثر والباقي يكون فرق المرورين في مدة ٢٤ ساعة ثم يصير تحويل الطول إلى ساعات ثم يصير البحث على ما يخص تلك الساعات من فرق المرورين وبعد استخراج الحد المجهول يضم أو يطرح من وقت مرور يوم العمل حسب تزايد وقت المرور أو نقصه والناتج يكون مساوياً لوقت مرور القمر من نصف نهار المكان ولاجل استخراج ميل القمر يصير تحويل وقت مرور القمر من نصف نهار المكان إلى وقت فلكى غرنويج بساعات الطول ثم يصير استخراج ميل القمر من كتاب معرفة الأزمان وهو أن يؤخذ تاريخ اليوم وعدد الساعات الموجودة في حساب فلكى غرنويج المحررة في يسار الجدول ويؤخذ الدرج والدقائق والتواقي الموجودة في خانة ميل القمر فذلك يكون مقدار ميل القمر الصحيح المقابل لتاريخ اليوم والساعات الموجودة فإذا وجد مقدار من الدقائق والتواقي في وقت فلكى غرنويج فيلزم أخذ ميل القمر الذي يوجد معاً بالساعات غرنويج بعد إضافة مقدار ساعة عليها ثم يطرح أحدهما من الآخر والباقي



يكون هو ما يخص مقدار الساعة الواحدة في الميل ثم يصير استخراج ما يخص  
 الدقائق والثواني بهذا التناسب نسبة ساعة واحدة : الدقائق والثواني  
 الموجودة في حساب فلكي غرنويج :: فرق الميل في مدة الساعة الواحدة  
 : مقدار المحل المجهول وبما استخراج به يضم أو يطرح من ميل القمر  
 المأخوذ في الاول والناتج يصير مقدار ميل القمر الصحيح وبعد هذا يصير  
 استخراج نصف قطر القمر الافقي وكيفية ذلك ان ينظر اولا الى وقت مرور  
 القمر فان كان وقت مروره قبل نصف الليل فيؤخذ نصف قطر افقي  
 لنصف النهار ويؤخذ نصف القطر لنصف الليل ويطرح احدهما من  
 الآخر واما اذا كان وقت مروره والقمر من بعد نصف الليل فيلزم اخذ  
 نصف قطر افقي لنصف الليل ثم نصف قطر لنصف النهار ويطرح الاقل  
 من الاكثر والباقي يكون فرق نصف القطر الافقي في مدة ١٢ ساعة  
 وبالنسبة لهذا الفرق يصير استخراج المحل المجهول المقابل لساعات ودقائق  
 وقت غرنويج ثم يضم أو يطرح من مقدار نصف القطر المأخوذ في الاول  
 والناتج يكون مقدار نصف القطر الافقي الصحيح ثم يصير استخراج مقدار  
 اختلاف المنظر و يصير تصحيحه بمثل ما تقدم في تصحيح نصف القطر ولاجل  
 استخراج نصف القطر الارتفاعي يؤخذ نصف قطره الافقي ويقابل مع  
 مقدار ارتفاع القمر الظاهر من الجداول الموجودة باللوغاريتم ومحلها  
 معلوم وهي محبرة في اللوغاريتم العربي بجدول (٢٠) وباللوغاريتم  
 الانكليزي بنمرة والناتج يضم دائما على مقدار نصف القطر الافقي والحاصل  
 يكون هو مقدار نصف القطر الارتفاعي فيضم على الارتفاع المأخوذ ان  
 كان من محيطه الاسفل ويطرح ان كان من محيطه الاعلى وبعد ذلك يصير  
 استخراج مقدار اختلاف المنظر الارتفاعي وهو ان يؤخذ ارتفاع القمر  
 المحول الى مركزه و يصير مقابله مع اختلاف المنظر الافقي من جدول ثالث  
 عشر باللوغاريتم العربي والجداول المحبرة باللوغاريتم الانكليزي بنمرة  
 (٢٨٤) و يؤخذ هذا المقدار الذي يوجد وكذلك يصير استخراج ما يخص  
 مقدار الثواني ويوضع تحت الاول ويضم ذلك على ارتفاع القمر المحول  
 الى مركزه فينتج مقدار الارتفاع الصحيح ثم يطرح من ٩٠ درجة

والباقي يكون مساويا لتمام الارتفاع وبواسطة تمام ارتفاع وميل القمر الصحيح يصير استخراج العرض كما تقدم ذلك في القضية الاولى والثانية (أمثلة من ذلك)

سنة ١٨٧٤ في يوم ٢٣ شهر ديسمبر السفينة وجدت في شمال خط الاستواء طول موقها ٢٩ درجة و ٣٥ دقيقة شرق غرنو بج ارتفاع سفينة ٢٠ قدما ووقت مرور القمر من نصف نهار المكان يرى اخذ ارتفاع القمر من محيطه الاسفل وهو في سمت جنوب الزايد ٦٢ درجة ٢٧ دقيقة و ٢٥ ثانية والمطلوب عرض محل السفينة

صورة العمل

مطلوب وقت مرور القمر من نصف نهار المكان.

٩ ٢ ٥

٠٠ ٥٠ ١٢ مرور القمر في يوم ٢٣

٠٠ ٤٦ ١١ شرحه في ٢٢

٠٠ ٠٤ ٠١ فرق المرور في ٢٤ ساعة

مطلوب مقدار طرف ثاني

١٨٧٩١٨ ر انساب ساعات الطول ١ ساعة و ٩٥ دقيقة ٣٢ ثانية

٠٩٤٩٠٩ ر انساب فرق مرور ٠٠ ر ٤٤ ر

٢٧٨٢٧ ر انساب طرف ثاني ٢٠ ر

مطلوب وقت المرور الصحيح

٤٤ ٢ ٥

٠٠ ٥٠ ١٢ مرور القمر في ٢٣ جدي شهر

٠٠ ٠٥ ٢٠ طرف ثاني بطرح

٤٠ ٤٤ ١٢ وقت مرور القمر من نصف نهار المكان و بوقت ما يصير

أخذ ارتفاع من القمر

٣٢ ٥٩ ٠ ساعات الطول شرق

٠٨ ٤٥ ١٠ فلكي غرنو بج

مطلوب ميل القمر الصحيح

|    |    |    |  |
|----|----|----|--|
| ٢٢ | ٥١ | ٢٧ | ميل القمر في ٢٣ ديسمبر المقابل الساعة ٥    |
| ٤٥ | ٤٨ | ٢٧ | ميل القمر في ٢٣ ديسمبر المقابل الى ١١ ساعة |
| ٣٧ | ٠٢ | ٠٠ | فرق الميل في مدة ساعة                      |

مطلوب طرف ثاني

|        |   |                                 |
|--------|---|---------------------------------|
| ١٢٣٦٦  | ر | انساب ساعة ١                    |
| ١٨٣٧٥٤ | ر | انساب فرق الميل ٣٧              |
| ١٩٦١١٨ | ر | انساب طرف ثاني = دقيقة ٥٨ ثانية |

مطلوب ميل القمر الصحيح

|    |    |    |                             |
|----|----|----|-----------------------------|
| ٢٢ | ٥١ | ٢٧ | ميل القمر في ٢٣ ديسمبر شمال |
| ٥٨ | ٥١ | ٠٠ | طرف ثاني طرح                |
| ٢٤ | ٤٩ | ٢٧ | ميل القمر صحيح شمال         |

مطلوب نصف قطر أفق

|    |    |                         |
|----|----|-------------------------|
| ١٦ | ١٦ | نصف قطر أفق لنصف النهار |
| ١٦ | ١١ | شرحه لنصف الليل         |

فرق نصف قطر

مطلوب طرف ثاني

|        |   |                               |
|--------|---|-------------------------------|
| ٧٧٧    | ر | انساب فلكي غروب من جدول القمر |
| ٣٣٤٤٥  | ر | انساب فرق نصف قطر             |
| ٣٣٨٣٢٢ | ر | انساب طرف ثاني = ٤ ثانية      |

مطلوب نصف قطر أفق صحيح

|    |    |                    |
|----|----|--------------------|
| ١٦ | ١٦ | نصف قطر نصف النهار |
|----|----|--------------------|

طرف ثاني طرح

|    |    |                  |
|----|----|------------------|
| ١٦ | ١٢ | نصف قطر أفق صحيح |
|----|----|------------------|



مطلوب اختلاف منظر افقى

|        |        |                    |    |            |
|--------|--------|--------------------|----|------------|
| ٣٧     | ٥٩     | اختلاف منظر يوم    | ٢٣ | نصف النهار |
| ١٨     | ٥٩     | شرحه نصف الليل     |    |            |
| ١٩     | ٠٠     | فرق اختلاف منظر فى | ١٢ | ساعة       |
| ٠٤٧٧٧  | ٠      | انساب فلكى غرنو    | ٢٣ | ميج        |
| ٢٧٥٤٦٧ | ٢٧٥٤٦٧ | انساب الفرق        | ١٩ |            |
| ٢٨٠٢٤٤ | ٢٨٠٢٤٤ | ثانية طرف ثانى     | ١٧ |            |

|    |    |                        |  |  |
|----|----|------------------------|--|--|
| ٣٧ | ٥٩ | اختلاف منظر نصف النهار |  |  |
| ١٧ | ٠٠ | طرف ثانى طرح           |  |  |
| ٢٠ | ٥٩ | اختلاف منظر صحيح افقى  |  |  |
|    |    | مطلوب ارتفاع ظاهر      |  |  |

|    |    |                      |    |  |
|----|----|----------------------|----|--|
| ٢٥ | ٢٧ | ارتفاع قمر محيط اسفل | ٦٢ |  |
| ٢٤ | ٠٤ | ارتفاع سفينة         | ٠٠ |  |
| ٠  | ٢٣ | ارتفاع ظاهر          | ٦٢ |  |

يقابل ارتفاع ظاهر مع نصف القطر الافقى من جدول (٤) ينتج مقدار  
١٥ ثانية تضاف دائما على نصف القطر الافقى وهو ١٦ دقيقة و ١٢ ثانية  
فيصير الحاصل مساويا ١٦ دقيقة و ٢٧ ثانية وهو نصف قطر ارتفاعى

|    |    |                    |    |  |
|----|----|--------------------|----|--|
| ٠  | ٢٣ | ارتفاع ظاهر        | ٦٢ |  |
| ٢٧ | ١٦ | نصف قطر ارتفاعى ضم | ٠٠ |  |

|    |    |  |    |  |
|----|----|--|----|--|
| ٢٨ | ٣٩ | ارتفاع مركز  | ٦٢ |  |
| ٣٦ | ٢٦ | ثم يصير مقابلة ارتفاع المركز واختلاف المنظر الافقى | ٠٠ |  |
|    |    | درج ودقائق   |    |  |

|    |    |   |    |  |
|----|----|---|----|--|
| ٠٩ | ٠٠ | المقابل لثوانى اختلاف المنظر بضم الجميع | ٠٠ |  |
| ١٣ | ٠٦ | ارتفاع القمر صحيح فى سمت الجنوب         | ٦٢ |  |

من سمت الرأس الى الافق ٩٠ ٥٠ ٥٠

٤٧ ٥٣ ٢٦ تمام ارتفاع

٢٤ ٤٩ ٢٧ ميل القمر شمالي

١١ ٤٣ ٥٤ عرض سفينة شمال

مثال ثانى

سنة ١٨٧٠ فى يوم ١٠ شهر ابريل السفينة وجدت فى جنوب خط

الاستواء وطول موقعها ٥٤ درجة و ٢٠ دقيقة غرب نصف نهار

غروب ارتفاع سفينة ٣٠ قدما ارتفاع القمر وقت مروره من نصف

نهار المكان ٣٥ درجة و ٥٢ دقيقة و ٢٠ ثانية محيط اعلى

مطلوب عرض محل السفينة (صورة العمل)

مطلوب وقت مرور القمر من نصف نهار المكان

٤٤

٠٨ ٣٨ ٠٧ مرور القمر فى ١٠ ابريل

٠٣ ٣٣ ٠٨ شرحه فى ١١ ابريل

٥٥ ٥٤ ٠٠ فرق المرور فى ٢٤ ساعه

نسبة ٢٤ ساعه : ٣ ساعات و ١٠ دقيقة و ٢٠ ثانية زمن

الطول :: ٤٥ دقيقة و ٥٥ ثانية فرق المرور : ٥٥ و ٥٥

٦ دقيقة و ٥٣ ثانية طرف ثانى

مطلوب وقت المرور من نصف نهار المكان

٤٥

٠٨ ٣٨ ٠٧ مرور القمر فى ١٠ ابريل

٥٣ ٠٦ ٠٠ طرف ثانى الذى ينحصر ساعات الطول

٠٨ ٤٥ ٠٧ وقت مرور القمر من نصف نهار المكان و بوقتها يؤخذ

ارتفاع القمر

٢٠ ٠١ ٠٣ زمن الطول غرب ضم

٢١ ٤٦ ١٠ فلكى غروب

مطلوب ميل القمر

١٣ ٤١ ١٨ ميل القمر في ١٠ ابريل ساعة ١٠  
 ٢٠ ٣٤ ١٨ شرحه في ١٠ ابريل ساعة ١١  
 ٥٣ ٠٦ ٠٠ فرق الميل في ساعة ١

مطلوب ميل القمر الصحيح

١٣ ٤١ ١٨ ميل القمر في ١٠ ابريل ساعة ١٠  
 ١٦ ٠٥ ٠٠ طرف ثاني الذي يخص ساعات غرنويج  
 ٥٧ ٣٥ ١٨ ميل القمر صحيح شمالي

مطلوب فرق نصف القطر

٤٧ ١٥ نصف القطر في يوم ١٠ ابريل نصف النهار  
 ٥٤ ١٥ شرحه نصف الليل  
 ٠٧ ٠٠ فرق نصف القطر في مدة ١٢ ساعة

١٠ ٤٧١٠ انساب فلكي غرنويج ١٠ ساعات و ٦ دقيقة و ٢ ثانية  
 ٣٤ ١٨٨٣٤ انساب فرق نصف قطر ٧ ثانية  
 ٤٤ ٢٣٥٤٤ انساب طرف ثاني ٦ ثانية  
 مطلوب نصف قطر افي صحيح

٤٧ ١٥ نصف قطر في ١٠ ابريل نصف النهار  
 ٠٦ ٠٠ طرف ثاني ضم

٥٣ ١٥ نصف قطر افي صحيح  
 مطلوب اختلاف منظر

٤٨ ٥٧ اختلاف منظر في ١٠ ابريل نصف النهار  
 ١٧ ٥٨ شرحه في ١٠ نصف الليل  
 ٢٩ ٠٠ فرق اختلاف منظر في ١٢ ساعة



مطلوب طرف ثاني

٠٤٧١٠ ز . انساب فلکی غرنویج  
 ٢٥٧١٠٣ انساب فرق اختلاف منظر  
 ٢٦١٨١٣ انساب طرف ثاني ٢٦ ثانية  
 مطلوب اختلاف منظر صحيح

٤٨ ٥٧ اختلاف منظر في ١٠ ابريل نصف النهار  
 ٢٦ ٠٠ طرف ثاني ضم  
 ١٤ ٥٨ اختلاف منظر افقي صحيح

ولاجل استخراج نصف قطر القمر الارتفاعي يؤخذ ارتفاع القمر من بعد  
 طرح حصة ارتفاع السفينة ويقابل مع نصف قطر الافقي من جدول (٤)  
 من اللوغار يتم الان كاي في وجود عشرة ثواني دائمة اضم على نصف قطر  
 افقي واذا اخذ من جدول عشرين من اللوغار يتم العربي يتج مقدار نصف  
 قطر ارتفاعي و به مضم او طرح نصف القطر من الارتفاع الظاهر وتحويله  
 الى ارتفاع مركز فيه بمقابله مع اختلاف منظر من الجداول المحررفي  
 صحيفه ٢٨٤ من اللوغار يتم الان كاي في وجود مساويا ٥٥ دقيقه  
 ١٥ ثانيه ومن اللوغار يتم العربي من الجداول الثالث عشر ثم يؤخذ  
 من الجدول المذكوره العدد المقابل للثواني في وجود مقدار ١١ ثانيه  
 ثم يضم مقدارهما على ارتفاع القمر المحول الى المركز فيصير الحاصل هو  
 مقدار الارتفاع الصحيح هكذا

٢٠ ٥٢ ٣٥ ارتفاع مأخوذ محيط اعلى  
 ٢٤ ٠٥ ٠٠ ارتفاع سفينه ٣٠ قدم طرح  
 ٥٦ ٣٦ ٣٥ ارتفاع القمر ظاهر  
 ٠٣ ١٦ ٠٠ نصف قطر ارتفاعي طرح  
 ٥٣ ٣٥ ٣٠ ارتفاع مركز

٥١ ٤٥ ٥٠ اختلاف منظره مقابل للدرج والدقائق

١١ ٠٦ ٠٠ مقابل لمحصنة النواني

٥٥ ١٦ ٣٦ ارتفاع جميع سمات شمال  
٠٠ ٠٠ ٩٠ من سمات الرأس الى الافق

٠٥ ٤٣ ٥٣ تمام ارتفاع

٥٨ ٣٥ ١٧ ميل القمر شمالي

٠٧ ٠٧ ٣٥ عرض المكان جنوب

٩٤ (الدعوى الرابعة في كيفية استخراج زمن فضل الدائر)

زمن فضل الدائر هو عبارة عن مقدار الزاوية القطبية المحصورة بين دائرة نصف نهار المكان ودائرة نصف النهار المارة بالشمس في الوقت المطلوب ومقدار هذه الزاوية يؤخذ على خط الاستواء ويفهم من هذا التعريف ان مقدار زمن فضل الدائر يكون مساويا للزمن الباقي الى الزوال او الزمن الذي يمضي من وقت الزوال الى وقت العمل ولا بد من استخراج مقدار هذا الزمن يؤخذ ارتفاع الشمس قبل الزوال او بعده ثم يصير تصحيحه من مقدار نصف القطر وارتفاع المكان وانعطف الشعاع كما تقدم في بند (٤٨) وبعده يصير استخراج ميل الشمس ويصير تصحيحه ايضا بواسطة الارتفاع وميل الشمس ومقدار عرض المكان المعلوم مقاديرهم يصير استخراج مقدار زمن فضل الدائر بالعمل الاتي ويبينه اذا فرضنا كما في شكل (٣٨) ان  $\overline{AB}$  دائرة نصف نهار المكان و  $\overline{AB}$  دائرة الافق و  $\overline{AC}$  أول السموت وهو محور العالم و  $\overline{RC}$  خط الاستواء السماوي وفرضنا ان الشمس وقت أخذ ارتفاعها كانت في نقطة  $\overline{ش}$  ثم رسمنا دائرة  $\overline{ش ه}$  السموية وكذلك دائرة  $\overline{ش ه}$  و دائرة الميل فيحدث من تقاطع الدوائر الثلاثة مثلث  $\overline{ش ه ش}$  الكروي الذي أضلاعه الثلاثة معلومة لان قوس  $\overline{ش ش}$  يساوي لارتفاع الشمس وتمامه يساوي  $\overline{ش ه}$  وقوس

أ هـ يساوى عرض المكان وتعامه قوس ح هـ وأيضا قوس  
 ك ش هـ يساوى مقدار ميل الشمس وتعامه هو هـ ش هـ ثم انه بواسطة  
 الاضلاع المألوفة يصير استخراج مقدار نصف الزاوية ح هـ ش القطبية  
 التي قفاس بقوس ر ك المأخوذ من خط الاستواء وتطبيق هذه  
 القضية على قوائم المثلثات الكروية يكون جيب نصف الزاوية القطبية  
 يساوى محاصل جزر جيب التفاضل بين أحد ضاهي الزاوية ونصف  
 مجموع الاضلاع مضروباً في جيب التفاضل بين الضلع الثاني ونصف  
 مجموع الاضلاع مقسوم على حاصل ضرب جيبى الضلعين المحيطين بالزاوية  
 المذكورة وتحويل ذلك الى عمل لوغاريتمى يصير جمع جيب التفاضل  
 الاول على جيب التفاضل الثاني و يصير جمعها ثم يؤخذ جيب كل من  
 الضلعين المحيطين بالزاوية وي طرح مجموعهما من المجموع الاول ويؤخذ  
 نصف الباقي من الجيب فينتج مقدار نصف الزاوية وبالتضعيف يكون  
 الناتج مساوياً بالزمن فضل الدائر المطلوب ثم انه يتقار الى الوقت الذي أخذ  
 فيه ارتفاع الشمس فان كان قبل الزوال فيصير طرح زمن فضل الدائر  
 من ١٢ ساعة والى في يصير هو مقدار الزمن المأخوذ فيه ارتفاع الشمس  
 وان كان الوقت المأخوذ فيه الارتفاع من بعد الزوال فيؤخذ يصير زمن  
 فضل الدائر هو الوقت المطلوب

(مثال أول)

سنة ١٨٧٤ | في يوم ١٥ شهر مايس عرض سكة ندرية شمالي ٣١  
 درجة و ١١ دقيقة وطول موقعها ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرق  
 غرنويج وارتفاع السفينة ٢٠ قدماً في الساعة ٨ و ٣٠ دقيقة  
 قبل الزوال صار أخذ ارتفاع الشمس من محيطها الاسفل وجد ١٤ درجة  
 و ٦ دقائق و ١٧ ثانية والمطلوب زمن فضل الدائر والوقت الصحيح

| يوم                 | ساعة | دقيقة | ثانية |
|---------------------|------|-------|-------|
| وقت اعتيادي ميل     | ١٥   | ٠٨    | ٣٠    |
| طرح يوم وضع ١٢ ساعة | ٠٢   | ١٢    | ٠٠    |
|                     | ١٤   | ٢٠    | ٣٠    |



٣٢ ٥٩ ٠١ ٠٠ زمن الطول شرق  
٢٨ ٣٠ ١٨ ١٤ وقت فلكي غروب  
(مطلوب فرق الميل)

٢٠ ٣٩ ١٨ ميل الشمس في ١٤ مائيس شمالي  
٣٩ ٥٣ ١٨ ميل الشمس في ١٥ مائيس شمالي  
١٩ ١٤ ٠٠ فرق الميل في ٢٤ ساعة  
(مطلوب طرف ثاني)

٤ ٣٠ ١١ ٠٠ انساب فلكي غروب ١٨ ساعة و ٣٠ دقيقة و ٢٨ ثانية  
٣ ٤٩ ٩٩ ٠٠ انساب فرق الميل ١٤ دقيقة و ١٩ ثانية  
٧ ٤٦ ٢١ ٠٠ انساب طرف ثاني ١١ دقيقة و ٠٢ ثانية  
(مطلوب ميل الشمس صحيح)

(مطلوب ارتفاع صحيح)

١٧ ٠٦ ٤١ ارتفاع مأخوذ  
محيط اسفل

٥١ ١٥ ٠٠ نصف قطر  
٠٨ ٢٢ ٤١ ارتفاع مركز  
٢٤ ٠٤ ٠٠ ارتفاع سفينة

٢٦ قدما  
٤٤ ١٧ ٤١ ارتفاع ظاهر  
٠٠ ٠١ ٠٠ انعطاف شعاع

٤٤ ١٦ ٤١ ارتفاع صحيح  
٠٠ ٠٠ ٩٠  
١٦ ٤٣ ٤٨ تمام ارتفاع

٢٠ ٣٩ ١٨ ميل الشمس في  
١٤ مائيس  
٢ ١١ ٠٠ طرف ثاني  
٢٢ ٥٥ ١٨ ميل صحيح شمالي  
٠٠ ٠٠ ٩٠  
٣٨ ٠٩ ٧١ تمام ميل

١١ ٣١ عرض  
٠٠ ٩٠

٤٩ ٥٨ تمام عرض

حيث أن العرض والميل من  
جنس واحد يلزم طرح ميل الشمس  
الصحيح من ٩٠ درجة والتايج  
يكون مقدار تمام الميل

|                        |           |            |
|------------------------|-----------|------------|
| مطلوب زمن فضل الدائر   | ٢٠٠٠٠٠٠٠  | خلف نصف    |
| ٥ - ٥                  |           | القطر يضم  |
| ١٦ ٤٣ ٤٨ تمام ارتفاع   | ٣٩٢٠٠٢٢٩  |            |
| ٠٠ ٤٩ ٥٨ تمام عرض      | ١٩٢٩٠٨٣٢٠ | مجموع أول  |
| ٣٨ ٠٩ ٧١ تمام ميل      | ١٩٢٩١٩٠٩  | الباقى     |
| ٥٤ ٤١ ١٧٨ المجموع      | ٩٢٦٤٥٩٥٤  | نصف الباقى |
| ٥٧ ٢٠ ٨٩ نصف المجموع   |           | من الجيب   |
| ٠٠ ٤٩ ٥٨ تمام عرض      |           |            |
| ٥٧ ٣١ ٣٠ باقى أول      |           |            |
| ٥٨ ٢٠ ٨٩ نصف المجموع   |           |            |
| ٣٨ ٠٩ ٨١ تمام ميل      |           |            |
| ٢٠ ١١ ١٨ باقى ثانى     |           |            |
| ٢٨ ٢٢٢٢٢٨ ٩٢ تمام عرض  |           |            |
| ٩٢ ٩٧٦٠٩٢ ٩٢ تمام ميل  |           |            |
| ٢٠ ٨٣٢٠ ١٩٢٩٠ يكون     |           |            |
| ٩٧ ٥٨٩٧ ٩٢ باقى أول    |           |            |
| ٣٣ ٤٩٤٣٣٢ ٩٢ باقى ثانى |           |            |
| ١٩٢٢٠٠٢٢٩              |           |            |

ولاجل الاختصار فى العملية السابقة يقال حيث كان مقدار وجيب نصف الزاوية يساوى مجموع جيب الباقى الاول وجيب الباقى الثانى فافصا مجموع جيبى الضلعين المحيطين بالزاوية وبالفرض اذا رمزنا لعدد الباقى الاول بحرف هـ وللباقى الثانى بحرف ط ولقدار تمام العرض بحرف ح ولتمام ميل الشمس بحرف د ولقدار زمن فضل الدائر المطلوب بحرف سـ فيقتضى القانون المذكور فى العملية الاولى يصير

جا  $\frac{1}{2}$  سـ = ( جا هـ + جا ط ) - ( جا ح + جا د ) فاذا جمع لكل من المطروح والمطروح منه ١٠ - جا ح + ١٠ - جا د فتؤل

الى جاي س = (جا ه + جاط + ١٠ - جا ح + ١٠ - جاي)  
 - (جا ح + جاي + ١٠ - جا ح + ١٠ - جاي) وباختصار  
 حدود المطروح يصير جاي س = (جا ه + جاط + ١٠ - جا ح  
 + ١٠ - جاي = ٢٠ ولاكن تقدم في بند (٧٠) ان ١٠ -  
 جا ح = قتا ح وكذا ١٠ - جاي = قتا ي فاذا وضعنا  
 في كميات المطروح منه قتا ح وقتا ي بدلا عن مقداريهما اللذين هما ١٠ -  
 ح و ١٠ - جاي فيحدث جا  $\frac{1}{4}$  س = جا ه + جاط +  
 قتا ح + قتا ي - ٢٠ وبجذف المرفوع من قتا ح وقتا ي  
 يحدث جا  $\frac{1}{4}$  س = جا ه + جاط + قتا ح + قتا ي اعني  
 انه يؤخذ فاطم تمام كل من اضلاع الزاوية ثم يضاف الى مجموعهما مجموع  
 جيبى الباقيين ويؤخذ نصف المجموع من الجيب والناتج يكون مساويا  
 لزمان فضل الدائر المطلوب

صورة العمل

|       |      |     |                  |
|-------|------|-----|------------------|
| ١٦    | ٤٣   | ٤٨  | تمام ارتفاع      |
| ٠٠    | ٤٩   | ٥٨  | تمام عرض         |
| ٣٨    | ٠٩   | ٧١  | تمام ميل         |
| ٥٤    | ٤١   | ١٧٨ | المجموع          |
| ٥٧    | ٢٠   | ٨٩  | نصف المجموع      |
| ٠٠    | ٤٩   | ٥٨  | تمام عرض         |
| ٥٧    | ٣١   | ٣٠  | باقي اول         |
| ٥٧    | ٢٠   | ٨٩  | نصف المجموع      |
| ٣٨    | ٠٩   | ٧١  | تمام ميل         |
| ١٩    | ١١   | ١٨  | باقي ثاني        |
| ٢٧٧٧٢ | ٠٢   | ٠٢  | قتا تمام عرض     |
| ٠٨    | ٢٢٩  | ٠٢  | قتا تمام ميل     |
| ٩٧    | ٥٨٩٧ | ٩٧  | جا باقي اول      |
| ٣٣٢   | ٩٤٩٤ | ٩٧  | جا باقي ثاني     |
| ١٩٠٩  | ٢٩١٩ | ١٩  | حاصل الجمع       |
| ٥٤    | ٦٩٥٤ | ٩٧  | جا تظر           |
| ٠٤    | ٤٥   | ٠٤  | نصف الزاوية      |
| ٠٤    | ٤٥   | ٠٤  | مثله يضم         |
| ٠٨    | ٣٠   | ٠٣  | زاوية فضل الدائر |
| ٠٠    | ٠٠   | ١٢  |                  |
| ٥٢    | ٢٩   | ٠٨  | وقت صحيح         |
| ٠٠    | ٣٠   | ٠٨  | وقت تقريبي       |
| ٢٨    | ٠٠   | ٠٠  | تقديم الساعة     |



قاعدة أخرى

يصير جمع الثلاثة اضلاع و يؤخذ نصف الحاصل ثم يطرح من مقدار  
نصف الحاصل الضلع الاول و يؤخذ بقاطع تمام الضلعين المحيطين  
بالزاوية وجيب نصف مجموع الاضلاع وجيب مقدار الباقي  
و يصير جمع الاربعة حواصل و يؤخذ النصف من تمام الجيب  
ينتج مقدار نصف الزاوية المطلوبة هكذا

|    |    |    |           |           |           |
|----|----|----|-----------|-----------|-----------|
| ٤٥ | —  | —  | ٥         | —         | —         |
| ٤٠ | ٤٠ | ٤٠ | ٤٨        | ٤٣        | ١٦        |
| ٤٠ | ٤٠ | ٤٠ | ٥٨        | ٤٩        | ٠٠        |
| ٣٠ | ٣٠ | ٣٠ | ٧١        | ٠٩        | ٣٨        |
| ١٢ | ٠٠ | ٠٠ | ١٧٨       | ٤١        | ٥٤        |
| ٠٨ | ٢٩ | ٥٢ | ٨٩        | ٢٠        | ٥٧        |
| ٠٨ | ٣٠ | ٠٠ | ٤٨        | ٤٣        | ١٦        |
| ٠٨ | ٣٠ | ٠٠ | ٤٠        | ٣٧        | ٤١        |
| ٠٨ | ٣٠ | ٠٠ | ٠٠        | ٦٧٧٧٢     | ٠٠        |
| ٠٨ | ٣٠ | ٠٠ | ٠٠        | ٢٣٩٠٨     | ٠٠        |
| ٠٨ | ٣٠ | ٠٠ | ٩٩٩٩٩٧٢   | ٩٩٩٩٩٧٢   | ٩٩٩٩٩٧٢   |
| ٠٨ | ٣٠ | ٠٠ | ٩٨١٣٦٨٨   | ٩٨١٣٦٨٨   | ٩٨١٣٦٨٨   |
| ٠٨ | ٣٠ | ٠٠ | ١٩٩٩٠٥٣٤٠ | ١٩٩٩٠٥٣٤٠ | ١٩٩٩٠٥٣٤٠ |
| ٠٨ | ٣٠ | ٠٠ | ٩٩٩٥٢٦٧٠  | ٩٩٩٥٢٦٧٠  | ٩٩٩٥٢٦٧٠  |

قاعدة أخرى

يؤخذ مقدار الارتفاع والعرض و تمام الميل وتجمع الثلاثة اضلاع و يؤخذ  
نصف الباقي ثم يطرح من نصف الباقي مقدار الارتفاع والناقص يكون باقي  
محفوظ ثم يؤخذ قاطع العرض وقاطع تمام الميل وجيب تمام نصف  
الحاصل وجيب الباقي وتجمع الاربعة مقادير و يؤخذ نصف الباقي وينظر  
عليه من الجيب ينتج مقدار نصف الزاوية هكذا



مطلوب طرف ثانی

۴۷۸۹۴ ر۰ انساب فلکی فرنیج

۹۴۵۲۹ ر۰ انساب فرق المیل

۱۴۲۴۲۳ ر۰ انساب طرف ثانی ۶ دقائق و ۴۶ ثانیہ

مطلوب میل الشمس صحیح

۵ - ۵

۲۴ ۲۹ ۱۲ میل الشمس فی ۲۶ جی اوکٹوبر

۴۶ ۰۶ ۰۰ طرف ثانی

۱۰ ۳۶ ۱۲ میل الشمس صحیح جنوبی

۹۰ ۰۰ ۰۰

۱۰ ۳۶ ۱۰ تمام میل

۵ - ۵

عرض محل السفینہ ۰۰ ۰۰ ۰۰

۰۰ ۰۰ ۹۰ من الافق الی سمت الرأس

۰۰ ۰۰ ۹۰ تمام العرض

مطلوب ارتفاع صحیح

۵ - ۵

۰۰ ۴۰ ۳۹ ارتفاع منظور محیط اسفل

۰۸ ۱۶ ۰۰ نصف قطار الشمس

۰۸ ۵۶ ۳۹ ارتفاع مرکز

۲۴ ۰۴ ۰۰ ارتفاع سفینہ ۳۲ قدما

۴۴ ۵۱ ۳۹ ارتفاع ظاہر

۰۳ ۰۱ ۰۰ انعطاف شعاع

۴۱ ۵ ۳۹ ارتفاع صحیح

۰۰ ۰۰ ۹۰

۱۹ ۰۹ ۵۰ تمام ارتفاع



مطلوب فضل الدائر

٩١٨١٧٤ ١٩ حاصل الجمع  
 ٨٧ ٩٥٩٠ ٩ نصف المجموع  
 من تمام الجيب  
 ٥٦ ٣٧ ٠١ = نصف الزاوية  
 ٥٦ ٣٧ ٠١ مثله ضم  
 ٥٢ ١٥ ٠٣ = فصل الدائر  
 ٣٥ ١٤ ٠٣ وقت تقريبي  
 ١٧ ٠١ ٠٠ تأخير الساعة

١٩ ٠٩ ٥٠ تمام ارتفاع  
 ٠٠ ٠٠ ٩٠ تمام عرض  
 ١٠ ٣٦ ١٠٢ تمام ميل  
 ٢٩ ٤٥ ٢٤٢ حاصل الجمع  
 ٤٤ ٢٢ ١٢٨ نصف المحاصل  
 ١٩ ٠٩ ٥٠ تمام ارتفاع  
 ٢٥ ١٣ ٧١ باقى محفوظ  
 ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠ قتا تمام عرض  
 ٠٠ ٠١ ٥٩٤ قتا تمام ميل  
 ٩٣١٣٢٦ ٩ جانب المحاصل  
 ٩٧٦٢٥٤ ٩ باقى محفوظ

تنبيه

اذا كان عرض المكان مساويا صفر درجة و ٠٠ دقيقة فيوضع تمامه  
 ٩٠ درجة واذا كان ميل الشمس يساوى ٠٠ درجة و ٠٠ دقيقة  
 فيوضع تمامه ٩٠ درجة وأما اذا كان العرض والميل كل منهم مساويا  
 لصفر درجة وصفر دقيقة فلا يلزم العمل بل يصير تحويل تمام الارتفاع  
 الى ساعات والنااتج يكون مساويا الزمن فضل الدائر المطلوب

الدعوى الخامسة

٩٥ في كيفية استخراج أوقات شروق وغروب الشمس  
 وقت الشروق أو الغروب هو عبارة عن مقدار الزاوية القطبية المحصورة  
 بين دائرة نصف النهار المارة بالمكان ودائرة نصف النهار المارة بالشمس  
 وقت شروقها أو وقت الغروب وهذه الزاوية تقاس بالقوس الذى يؤخذ  
 من خط الاستواء المقابل لها وحيث كان خط نصف النهار مارا بتقطعي نصف  
 النهار ونصف الليل فحينئذ يكون الوقت المحسوب من وقت نصف الليل

الى وقت شروق الشمس هو قوس الشروق وأما الوقت المحسوب من وقت مرور الشمس من نصف النهار الى وقت غروب الشمس يكون مساويا لقوس الغروب والشروق والغروب المذكوران يوجدان على نوعين الاول شروق وغروب مركزي والثاني شروق وغروب ظاهري فالشروق المركزي هو عبارة عن الزمن المحسوب من وقت نصف الليل الى وقت شروق مركز الشمس من الافق وكذلك وقت الغروب يكون من وقت الزوال الى وقت غروب مركز الشمس في الافق وأما الشروق الظاهري هو من وقت نصف الليل الى وقت شروق الشمس من محيطها الأعلى أو من محيطها الأسفل والغروب يكون من وقت نصف النهار الى وقت غروب الشمس من محيطها الأعلى أو محيطها الأسفل وان يكون الراصد على مكان مرتفع عن الافق ولاجل استخراج أوقات الشروق والغروب المركزي يصير استخراجهما بواسطة ميل الشمس وقدر عرض المكان المعلومين ويبيانه كما في شكل (٣٩) لانه اذا جعلنا  $أ ح ب$  ي رمز الدائرة نصف نهار المكان و  $أ ب$  هو الافق ونخط  $ح د$  أول السموت ونخط  $هـ$  ومحور العالم ونخط  $د ح$  رمز الخط الاستواء ونفرضنا نصف الدائرة  $أ ح ب$  لسطح الكرة الأعلى ولسطحها الأسفل نصف الدائرة  $أ ب$  فحينئذ تكون نقطة  $م$  مركز الدائرة هي نقطة المشرق والمغرب الحقيقيين ويكون كل من خطي  $م د$  و  $م هـ$  مساويا لست ساعات وتكون نقطة  $ر$  هي نقطة نصف النهار ونقطة  $ح$  نقطة نصف الليل واذا فرض ان الشمس وقت شروقها أو وقت غروبها من الافق كانت في نقطة  $ش$  ورسمنا دائرة  $ح ش د$  السمتية وايضا دائرة  $هـ ش و$  دائرة الميل المارين بمركز الشمس فيجئنا دائرة  $م هـ$  مع دائرة الافق مماسية في  $ش$  ل  $م$  الكروي القائم الزاوية في نقطة  $ل$  ويكون معلوم فيه زاوية  $ش م ل$  التي تساوي تمام العرض وضلع  $ش ل$  المساوي لقدر ميل الشمس  $د ش ل م$  قائمة وأنه يقتضي النتيجة السادسة من علم المثلثات يوجد ان ظل تمام الزاوية  $ب أ ح$  د من كل مثلث قائم الزاوية  $ب أ ح$  د ضلع المقابل لها مضرر باقي جيب الضلع المقابل للزاوية

المحادة الاخرى اعني ظنا شم م ل = ظنا شم ل + جام ل او  
ظا عرض = ظنا ميل الشمس + جام ل فرق المطالع وهو الزمن  
الكائن بين وقت شروق الشمس الحقيقي ووقت شروقها يوم العمل

او جام ل =  $\frac{\text{ظا عرض}}{\text{ظنا ميل}}$  ويحويل ذلك الى عمل لوغار يقي بطرح ظا

تمام ميل الشمس من ظل العرض بعد ضم نصف القطر عليه وبتطر على  
الباقى من الجيب يتبع مقدار زمن فرق المطالع فاذا طرح زمنه من ٦  
ساعات فيصير الباقي مساويا لقوس ح ل قوس الشروق واذا جمع زمن  
فرق المطالع على ٦ ساعات فيصير الحاصل مساويا لقوس ر م ل وهو قوس  
الغروب وحيث كان قوس ح ل ممتما لقوس ل م فرق المطالع  
فاذا اخذ تمام الجيب في العملية السابقة فيصير الناتج مساويا لوقت  
الشروق ويطرحه من ١٢ ساعه يتبع وقت الغروب هذا اذا كان  
العرض والميل من جنس واحد واما اذا كان جنس العرض مخالفا لجنس  
الميل فالناتج من تمام الجيب يكون مساويا لوقت الغروب واذا طرح  
وقت الغروب من ١٢ ساعه يتبع وقت الشروق وحيث ان اليوم  
الافرنكي يبتدى من نصف الابل واليوم الفلكي يبتدى من نصف النهار  
واليوم العربي يبتدى من وقت الغروب فيكون اليوم الافرنكي سابقا على  
اليوم العربي بمقدار ساعات تساوى لمقدار ساعات نصف الابل المساوى  
وقت الشروق ومن ذلك اذا اريد تحويل الساعات الافرنكية الى ساعات  
عربية فيلزم ضم وقت الشروق على الساعات الافرنكية والناتج يكون  
وقتا عربيا وكس ذلك اذا كان المعلوم ساعات عربية واريد تحويلها  
الى ساعات افرنكية فيصير طرح وقت الشروق منها والناتج يكون  
ساعات افرنكية واذا اريد تحويل ساعات افرنكية الى ساعات فلكية  
فيلزم طرح ١٢ ساعه من الساعات الافرنكية والناتج يكون وقتا  
فلكيا ولاجل خفة العمل يصير ضم ١٢ ساعه على الساعات الافرنكية  
وطرح يوم وحيث كان وقت شروق الشمس افرنكيا مساويا لوقت نصف  
الابل ولو وقت نصف النهار فاذا جمع على وقت الشروق الافرنكي مثله



يكون الناتج مساويا لوقت الشروق بالساعة العربية وأما وقت الشروق  
فانه يكون مساويا لوقت الزوال عربيا وهذا ظاهر  
أمثلة من ذلك مثال أول

سنة ١٨٧٤ في يوم ٢٠ شهر ابريل عرض سكندرية شمالا الى ٣١ درجة  
و ١١ دقيقة وطول موقعها ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرق نصف  
نهار غروبها الطول اوقات الشروق والغروب وقت ان يكون مركز  
الشمس بمساو للافق

### صورة العمل

١٠٠٦٨٩٢٨٠ ظنا ميل الشمس من كتاب معرفة الا زمان ١١ درجة  
و ٣٣ دقيقة و ٢٥ ثانية

١٦ ٩٧٨١٩ ٩ ظنا عرض ٣١ درجة و ١١ دقيقة  
١٠٠٠٠٠٠٠٠ جانصاف القطر

١٩٧٨١٩١٦ مجموع الثاني والثالث  
١٠٠٦٨٩٢٨٠ ظنا ميل الشمس طرح

٣٦ ٩٠٩٢٦ ٩ جتا نظر

— — —

٣٤ ٣١ ٠٥ = زمن الشروق

١٢ ٠٠ ٠٠

٢٦ ٢٨ ٦ = زمن الغروب

### قاعدة ثانية

١٠٠٢١٨٠٨٤ ظنا عرض ٣١ درجة و ١١ دقيقة و ٠٠ ثانية

٩٣١٠٧٢٠ ظنا ميل الشمس ١١ درجة و ٣٣ دقيقة و ٢٥ ثانية

١٠٠٠٠٠٠٠٠ جانصاف القطر

١٩٣١٠٧٢٠ مجموع الثاني والثالث

١٠٠٢١٨٠٨٤ ظنا عرض

٣٦ ٩٠٩٢٦ ٩ جتا نظر = ساعات ٣١ دقيقة و ٣٠ ثانية = زمن الشروق

مثال ثانى

سنة ١٨٧٤ فى يوم ١٥ شهر نوفمبر عرض المهرضة ٣٥ درجة و ٢ دقيقة و ٤ ثانية شمالى وطول موقعها ٣١ درجة و ١٥ دقيقة و ١٢ ثانية شرق نصف نهار غروب و المطلب أوقات الشروق والغروب وقت تماس مركز الشمس للأفق

صورة العمل

١٠.٢٣٧٩٧٧ ظنا عرض ٣٠ درجة و ٢ دقيقة و ٤ ثانية  
 ٩.٥٢٥٢٥٩ ظاميل الشمس جنوب ١٨ درجة و ٣٢ دقيقة  
 ١٠.٢٠٥٠٠٠٠٠ جانصف القطر

مجموع الثانى والثالث ١٩.٥٢٥٢٥٩

١٠.٢٣٧٩٧٧ ظنا عرض مارج

٠.٩٢٨٧٢٨٢ جتا نظره

٤٤ ١٩ ١٢

٠٥ ١٥ ١٩ زمن الغروب

١٢ ٠٠ ٠٠

٤٤ ٤٤ ٦ زمن الشروق

واتوضيح العمل فى المثالين السابقين يقال فى المثال الاول حيث ان جنس العرض من جنس ميل الشمس فيكون قوس ل م المأخوذ من خط الاستواء هو الضلع المطلوب استخراجا من المثلث شمل م ويكون تمامه هو ح ل المساوى لقوس الشروق وفى المثال الثانى حيث ان جنس ميل الشمس مخالف لجنس عرض المكان فينتهذ يوجد المثلث المذكور فى جهة نصف الدائرة العليا ا ح ب ويكون الضلع المطلوب من المثلث هو م ل وتمامه يكون ر ل المساوى لقوس الغروب ومن ذلك يعلم انه متى كان جنس العرض من جنس ميل الشمس فالنتائج من تمام الجيب يكون مساويا لوقت الشروق واذا كان جنس ميل الشمس مخالفا لجنس عرض المكان فالنتائج يكون مساويا لوقت الغروب وعكس ذلك اذا صار

اخذمقادير العرض والميل من جداول الشروق والغروب المحررة  
بالاوغاريتم ومحرر باعلاهما مقادير ميل الشمس وبجانبها مقادير عرض  
الاماكن

تنبيه

متى كان عرض المكان مساويا لـ ١٨٠ درجة وصغر دقيقة فانه يستوي في  
ذلك اوقات الشروق والغروب ولا يختلفان الا اختلافا يسيرا جدا واما اذا  
عدم ميل الشمس اعني في ٠٢١ جي شهر مارث في ٢٣ جي شهر سبتمبر  
فحينئذ تكون ساعات الليل مساوية لساعات النهار وساعات اوقات  
الشروق مساوية لاوقات ساعات الغروب ويستوي الليل والنهار في سائر  
اماكن الدنيا (واقول)

في ذلك انه اذا علم وقت الشروق أو وقت الغروب سواء وكان  
وقتهما افرنكيا أو عربيا أو بصيرا استخراج مقدار عرض المكان بواسطة  
ميل الشمس ووقت الشروق أو الغروب المعلومين

مثال ذلك

وقت الشروق في يوم ٢٠ جي ابريل سنة ١٨٧٤ وجد خمس ساعات و ٣١  
دقيقة و ٣٠ ثانية والمطلوب مقدار عرض المكان  
صورة العمل

|           |    |    |   |
|-----------|----|----|---|
| ٣٤        | ٣١ | ٠٥ | وقت الشروق                                  |
| ٠٠        | ٠٠ | ٠٦ | دائما يطرح من ست ساعات                      |
| ٢٦        | ٢٨ | ٠٠ | فرق المطالع =                               |
| ٠٠        | ٢٦ | ٠٠ | ظنا ميل الشمس ١١ درجة و ٣٣ دقيقة و ٢٠ ثانية |
| ٠٠        | ٢٨ | ٠٠ | جا ٢٨ دقيقة و ٢٦ ثانية                      |
| ١٩٢٧٨١٨٢٢ |    |    | المجموع                                     |
| ١٠٠٠٠٠٠٠٠ |    |    |   |

٩٨٧١٨١٠ - فلانظر - ٣١ - ٠٠ - ١١ - عرض المكان شمالا  
فاذا كان وقت الشروق المعلوم وقتا عربيا اعني وقت الشروق ١١ ساعة



٧ دقائق و ٨ ثواني فيؤخذ نصفه يتبعه ساعات و ٣١ دقيقة  
و ٣٤ ثانية وهو وقت الشروق بالساعات الافرنكية فيطرح من  
ست ساعات فيصير الباقي صفراً ساعة و ٢٨ دقيقة و ٢٦ ثانية ثم  
يجري العمل السابق

مثال ثاني

سنة ١٨٧٤ في يوم ١٥ شهر نومبر كان وقت الشروق بالوقت العربي  
١ ساعة و ٢٩ دقيقة و ٢٢ ثانية وكان المطلوب مدة دار عرض المكان

صورة العمل

|  |    |    |    |                     |
|--|----|----|----|---------------------|
|  | ٢٢ | ٢٩ | ٠١ | وقت الشروق عربي     |
|  | ٠٠ | ٠٠ | ١٢ | يضم عليه ١٢ ساعة    |
|  | ٢٢ | ٢٩ | ١٣ | ويؤخذ نصف المجموع   |
|  | ٤١ | ٤٤ | ٠٦ | وقت الشروق افرنكي   |
|  | ٠٠ | ٠٠ | ٠٦ | دائماً يطرح ٦ ساعات |
|  | ٤١ | ٤٤ | ٠٠ | فرق المطالع         |

مطلوب العرض

٢٨٧٢٠٨ ر جا ٤٤ دقيقة و ١٤ ثانية  
١٠ ر ٤٧٤٦٤١ طتا ميل الشمس ١٨ درجة ٢٢ دقيقة  
المجموع ١٩٧٦١٨٤٩

١٠ ر ٠٠٠٠٠٠

١٩٧٦١٨٤٩ - طتا نظر = ٣٠ درجة و دقيقة واحدة و ٣٠ ثانية =

اذا كان عرض المكان شمالياً

وأما اذا علم عرض المكان و وقت الشروق فانه يصير استخراج ميل الشمس  
الموافق لاوقات يوم الشروق المعلوم بالعمل الآتي

(مثاله)

سنة ١٨٧٤ في ٢٠ من شهر ابريل عرض المكان ٣١ درجة و ١١

دقيقة شمالي وكان وقت الشروق في اليوم المذكور ساعة ٣١٩  
دقيقة و ٣٤ ثانية والمطلوب مقدار ميل الشمس

صورة العمل

٣٤ ٣١ ٥ شروق الشمس افرنكي  
٠٠ ٠٠ ٠٦ دائما بطرح من ٦ ساعات

٢٦ ٢٨ ٠٠ فرق الطالع

مطلوب مقدار ميل الشمس

٩١٦ ٧٨١ ٩٧٨ ظاهري ٣١ درجة و ١١ دقيقة

٠٠٠ ٠٠ ١٠٠ جانف القطر

١٩٧٨١٩١٦ المجموع

٣٠ ٩٢٠ ٩٠ جا ٢٨ دقيقة و ٢٩ ثانية

٩٣٨٦ ٦٨ ٠٠ ظلتا قطر ١١ درجة و ٣٣ دقيقة و ١٠ ثانية ٥٥ ميل

الشمس شمالي

٩٦ في بيان استخراج اوقات الشروق والغروب الظاهري

حيث ان اوقات الشروق الظاهري هي من وقت نصف الليل الى وقت  
شروق الشمس من محيطها الاعلى او من محيطها الاسفل من سطح الافق  
وان يكون الراصد مرتفعا عن سطح الافق بمقدار معلوم وعند شروق  
الشمس من الافق بمحيطها الاعلى او الاسفل فانه يختلف مقدار الشروق  
الظاهري عن اوقات الشروق من المركز بمقدار من الدقائق وهي تقريبا  
تساوي من الزمن خمس دقائق ولاجل استخراج وقت الشروق الظاهري  
الصحيح يلزم تصحيح ميل الشمس وتحويله الى وقت الشروق ثم يصير استخراج  
تمام ارتفاع الشمس وقت ان تكون عماسة للافق بمحيطها الاعلى  
او محيطها الاسفل وذلك ان يوضع مقدار ٩٠ درجة المساوية للقوس  
المصور بين سمت الراس والافق ثم يوضع تحتها نصف قطر الشمس ويضم  
ان كان وقت الشروق من المحيط الاعلى ويخرج ان كان الشروق من محيط

الشمس الأسفل ثم يصير استخراج حصة ارتفاع المكان عن سطح الأرض  
وكذا حصة انعطاف الشعاع ومعاها ما معلوم باللوغاريتم ويصير جمعها على  
ارتفاع الشمس المحول إلى المركز والناجم يكون مساوياً لتمام الارتفاع  
وبعد ذلك يصير استخراج تمام ميل الشمس وتمام العرض وبتطبيق ذلك  
على شكل (٣٩) السابق ذكره في القضية السابقة يصير تمام الارتفاع  
مساوياً للقوس  $\theta$  شبه وقوس  $\theta$  مساوياً لتمام عرض المكان  
وقوس  $\theta$  شبه مساوياً لتمام ميل الشمس وحيث علمت اضلاع المثلث  
الثلاثة فيصير استخراج أحد زواياه وهي زاوية  $\theta$  شبه القطبية  
المقابلة لتمام الارتفاع المذكور بمقتضى ما تقدم في عمليّة استخراج زمن  
فضل الدائر وحيث كان مقدار الزاوية المذكورة يؤخذ من خط الاستواء  
المقابل لها فيصير مساوياً للقوس  $L$  مساوياً لقوس وقت الغروب  
ومن ذلك يعلم أن زمن فضل الدائر المستخرج وقت شروق الشمس أو وقت  
غروبها يكون دائماً مساوياً بالوقت غروب الشمس الظاهري ومن كون أن  
وقت الغروب مساوياً لمقدار نصف النهار وقوس وقت الشروق مساوياً  
لمقدار نصف الليل فيعلم من ذلك أن مجموع وقتي الشروق والغروب يكون  
مساوياً إلى ٢٤ ساعة وإذا طرح وقت غروب الشمس من ٢٤ ساعة يصير  
الباقى مساوياً بالوقت شروق الشمس المطلوب وإذا ضوعف مقدار زمن  
الشروق فيصير مساوياً بالوقت شروق الشمس عريباً وإن مقدار وقت  
الشروق افرنكي يساوي لوقت نصف النهار ولوقت نصف الليل عريباً  
لأن اليوم العربي يعتبر اصطلاحاً من وقت غروب الشمس واليوم  
الافرنكي المعتاد اصطلاحاً يعتبر من وقت نصف الليل واليوم الفلكي يعتبر  
من وقت نصف النهار وحينئذ يكون الفرق بين الوقت الافرنكي المعتاد  
والوقت المعتبر عريباً هو وقت شروق الشمس افرنكي أعني إذا صار  
جمع زمن الشروق افرنكي على الوقت الافرنكي المعلوم فيصير الماحصل  
مساوياً وقتاً عريباً وعكس ذلك إذا كان المعلوم وقتاً عريباً وأريد تحويله  
إلى وقت افرنكي فإنه بطرح وقت الشروق افرنكي من الوقت العربي المعلوم  
والباقي يكون مساوياً للوقت الافرنكي المطلوب وإذا أريد تحويل الوقت

الافرنديكى المعتاد الى وقت فلدى فيلزم مارج ١٢ ساعة من الوقت  
الافرنديكى المعتاد والناجح يكون وقتا فلدى ولاجل خفة العمل فانه يصير  
مارج يوم واحد من الوقت المعتاد ويضم على مقدار ساعاته ١٢ ساعه والناجح  
يكون وقتا فلدى

### مثال اول

سنة ١٨٧٤ في يوم ٢٠ شهر ابريل عرض سكندرية شمالي ٣١  
درجة و ١١ دقيقة و طول موقعها ٢٩ درجة و ٣٥ دقيقة شرق نصف  
نهار غرنويج و ارتفاع مكان الراصد ٢٠ قدما و المطلوب وقت شروق  
الشمس و وقت غروب بها و وقت ان تكون مماسة للافق بالمحيط الاعلى

### صورة العمل

|  |    |    |    |    |   |
|--|----|----|----|----|---|
|  | ٤٤ | ٣٤ | ٣١ | ٠٥ | زمن الشروق من المركز الذى جرى استخراجها سابقا |
|  | ١٢ | ٠٠ | ٠٠ |    |   |

وقت الغروب تقريبا ٠٦ ٢٨ ٢٦

يوم ٤٤

وقت فلدى محل ٠٦ ٢٨ ٢٦

زمن الطول شرق طرح ٠٠ ٠١ ٥٩ ٣٢

وقت فلدى غرنويج ٢٠ ٠٤ ٢٨ ٥٤

مطلوب فرق الميل

٥ ٣٣ ٢٥ ميل الشمس في ٢٠ ابريل شمالي

١١ ٥٣ ٥٢ ميل الشمس في ٢١ منه

٠٠ ٢٠ ٢٧ فرق الميل في ٢٤ ساعه

مطلوب طرف ثانى

٠ ٧٢٨٦١ انساب فلدى غرنويج

٠ ٩٤٤٥٨ انساب فرق ميل

١ ٦٧٣١٩ انساب طرف ثانى ٣ دقائق و ٩ ثانية



| مطلوب وقت الغروب         | مطلوب ميل صحيح           |
|--------------------------|--------------------------|
| • • •                    | • • •                    |
| ٠٣ ٥٤ ٩٠ تمام ارتفاع     | ٢٠ ٣٣ ١١ ميل الشمس في    |
| ٠٠ ٤٩ ٥٨ تمام عرض        | ٢٠ ابريل                 |
| ٤٦ ٢٢ ٧٨ تمام ميل        | ٤٩ ٠٣ ٠٠ طرف ثاني        |
| ٤٩ ٠٥ ٢٢٨ المجموع        | ١٤ ٣٧ ١١ ميل الشمس صحيح  |
| ٥٤ ٠٢ ١١٤ نصف المجموع    | شمالي                    |
| ٠٣ ٥٤ ٩٠ تمام ارتفاع     | ٩٠ ٠٠ ٠٠                 |
| ٥١ ٠٨ ٢٣ باقى محفوظ      | ٤٦ ٢٢ ٧٨ تمام ميل        |
| ٢٠٦٧٧٧٢ قسا تمام عرض     | مطلوب تمام عرض           |
| ٠٠٨٩٩٠ قسا تمام ميل      | • • •                    |
| ٩٩٦٠٥٦١ جانف المجموع     | ١١ ٣١ عرض                |
| ٩٠٩٤٥٤٧ جا باقى محفوظ    | ٩٠ ٠٠                    |
| ١٩٦٣١٨٧٥ المجموع         | ٤٩ ٥٨ تمام عرض           |
| ٩٨١٥٩٣٧ نصف المجموع من   | مطلوب تمام ارتفاع        |
| تمام الجيب               | • • •                    |
| • • •                    | ٠٠ ٠٠ ٩٠ من سمت الرأس    |
| ٢٨ ١٦ ٠٣ نصف الزاوية     | الى الافق                |
| ٢٨ ١٦ ٠٣ مثله ضم         | ٤٢ ٣٣ ٠٠ انعطاف شعاع     |
| ٥٦ ٣٢ ٠٦ وقت الغروب      | الشمس                    |
| ١٢ ٠٠ ٠٠                 | ٢٤ ٠٤ ٠٠ ارتفاع سفينة ٢٠ |
| ٠٤ ٢٧ ٠٥ وقت الشروق      | قدما                     |
| افرنكي ويساوى وقت الزوال | ٠٦ ٣٨ ٩٠ المجموع         |
| عربيا                    | ٥٧ ١٥ ٠٠ نصف قطر محيط    |
|                          | أعلى يضم                 |
|                          | ٠٣ ٥٤ ٩٠ تمام ارتفاع     |

مطلوب وقت الشروق عربي

٠٤ ٢٧ ٠٥ وقت شروق الشمس افرنكي

٠٤ ٢٧ ٠٥ مثله ضم

٠٨ ٠٤ ١٠ وقت الشروق عربي

(مثال ثاني)

سنة ١٨٧٤ في يوم ١٥ شهر نوفمبر عرض المروسة ٣٢ درجة  
 ٢ دقيقة و ٤ ثواني وطول موقعا ٣١ درجة و ١٥ دقيقة و ١٢  
 ثانية شرق نصف نهار غروب و الماطوب وقت الغروب و وقت الشروق  
 الظاهري من محيط الشمس الاعلى و ارتفاع مكان الراصد ٣٠ قدما  
 (صورة العمل)

يوم ٠٥ ٠٥ ١٩  
 حساب ١٥ ٠٠ ١٥  
 فلكي عمل  
 زمن الطول ٠٠ ٠٢ ٠٠  
 شرق

حساب ١٥ ٠٣ ١٥  
 فلكي غروب  
 مطلوب فرق الميل

٠٥ ٠٣ ١٥  
 ميل الشمس في ١٨ ٣١ ٠٩  
 ١٥ جى نوفمبر جنوبي  
 ميل الشمس في ١٨ ٤٧ ٠٧  
 ١٦ منه جنوبي  
 فرق الميل في ٠٠ ١٥ ٠٨  
 ساعة

٠٥ ٠٥ ١٩  
 وقت غروب  
 الشمس تقريبا

مطلوب ميل صحيح

٠٥ ٣١ ١٨  
 ميل الشمس في  
 ١٥ نوفمبر  
 طرف ثاني ٠٠ ٠١ ٠٨

المستخرج السابق  
 ميل الشمس ١٨ ٣٣ ٠٧  
 صحيح جنوب

٩٠ ٠٠ ٠٠

١٠٨ ٣٣ ٠٨ تمام ميل

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| مطلوب تمام عرض    | ٠٠ ٠٢ ٠٤  |
| عرض               | ٣٠ ٠٢ ٠٤  |
| ٠ ٠ ٠             | ٩٠ ٠٠ ٠٠  |
| تمام عرض          | ٥٩ ٥٧ ٥٦  |
| مطلوب تمام ارتفاع | ٠ ٠ ٠     |
| من سمت الرأس      | ٩٠ ٠٠ ٠٠  |
| الى الافق         | ٠ ٠ ٠     |
| انعطاف شعاع       | ٠٠ ٣٣ ٤٢  |
| ارتفاع سفينة ٢٠   | ٠٠ ٠٤ ٢٤  |
| قدما              | ٠ ٠ ٠     |
| نصف قطر           | ٠٠ ١٦ ١٣  |
| تمام ارتفاع       | ٩٠ ٥٤ ١٩  |
| مطلوب وقت الغروب  | ٠ ٠ ٠     |
| تمام ارتفاع       | ٠٩٠ ٥٤ ١٩ |
| تمام عرض          | ٠٥٩ ٥٧ ٥٦ |
| تمام ميل          | ١٠٨ ٣٣ ٥٧ |
| المجموع           | ٢٥٩ ٢٦ ١٢ |
| نصف المجموع       | ١٢٩ ٤٣ ٠٦ |
| تمام ارتفاع       | ٩٠ ٥٤ ١٩  |
| باقي محفوظا       | ٣٨ ٤٨ ٤٧  |

(الدعوى السادسة)

٩٧ (في كيفية إيجاد مقدار سرعة الشمس ومعرفة انحراف البوصلة)  
سرعة الشمس هي عبارة عن مقدار القوس الذي يقطع من دائرة الافق

بأقربين نقطتي المشرق أو المغرب الحقيقين وبين نقطتي شروق أو غروب الشمس يوم العمل أو يقال مقدار ساعة الشمس هو مساو لمقدار الزاوية المحصورة بين دائرتين سمتيتين أحدهما دائرة أول السموت المارة بالمشرق أو المغرب والثانية الدائرة السمتية المارة بالشمس يوم العمل وتقدم ان الشمس تغرب وتشرق من المشرق والمغرب الحقيقي في كل سنة مرتين الاولى في يوم دخولها في برج الحمل والثانية يوم دخولها في برج الميزان ثم يختلف طول شروقها وغروبها في باقي أيام السنة فإذا كان ميل الشمس شمالا أو في بصير تعداد مقدار الساعة لذلك كورة من نقطة المشرق الى النقطة التي تشرق منها الشمس يوم العمل وكذلك بعد مقدار الساعة رقت الغروب من المغرب الى جهة الشمال وعكس ذلك اذا كان ميل الشمس الى جهة الجنوب فيعد مقدارها من المشرق الى جهة الجنوب ووقت الغروب بعد مقدارها من المغرب في جهة الجنوب والساعة التي كورة تنجر على مركزها ساعة مركزية تراكب الساعة ظاهرة في دائرة الساعة كورة بعد من نقطة المشرق أو المغرب الى وقت شروقها وغروبها عند ما يصير مركزها على سطح الأفق وأما مقدار الساعة الظاهرة في بعد من نقطتي المشرق والمغرب الى نقطتي شروقها وغروبها الشمس رقت ان تكون الساعة على سطح الأفق محيطها الأعلى أو محيطها الأسفل وأن يكون الراس على مكان مرتفع عن سطح الأرض وعلى مقتضى ذلك اذا تأملنا في شكل (٣٩) المتقدم ذكره وفرضنا ان دائرة  $أ ب ي$  دائرة نصف النهار المكان وخط  $ح ي$  أول السموت وخط  $أ ب$  أفق الراصد وقوس  $أ ه$  عرض المكان والشمس وقت شروقها أو غروبها كانت في نقطة  $ش$  ثم رسمنا دائرة  $ح ش ي$  السمتية ودائرة  $ه ش و$  دائرة الميل المارين بالشمس فن تقاطعتهما مع دائرة الأفق يحدث ثلاث  $ش ل م$  الكروي القسام الزاوية ويكن معلوم فيه قوس  $ش ل$  المساوي لمقدار ميل الشمس وزاوية  $ش م ل$  التي تساوي لتمام عرض المكان والزاوية  $ش ل م$  قائمة وان قوس  $ش م$  هو قوس الساعة المطلوب فيصير استخراجها بمقتضى القضية (٢) بأن يصير (جا) زاوية  $ش م ل$  : جا قوس  $ش ل$



المقابل لها: ج ش ل م القائمة : جاقوس شه م مقدار  
سعة الشمس أو نسبة جتا عرض : جامل الشمس : ج نصف  
القطر : جاقوس شه م مقدار السعة أو ج ش م =  
جامل الشمس  $\times$  نصف القطر ويحول ذلك الى عمل لوغاريتي بضم  
جتا عرض

على جيب ميل الشمس جيب نصف القطر و يطرح من المجموع جيب  
تمام العرض ويظهر على الباقي من الجيب ينتج مقدار قوس شه م الذي  
يساوي لقوس السعة المطلوب وحيث تقدم في القوانين الاربعة  
الذكورة في بند (٧٠) ان خارج قسمة نصف القطر على مقدار تمام  
الجيب يساوي مقدار القاطع فينتج مجموع ميل الشمس على مقدار قاطع  
العرض ويطرح من المجموع جيب نصف القطر ويظهر على الباقي من  
الجيب فينتج قوس السعة المطلوب

(أمثلة من ذلك مثال أول)

سنة ١٨٧١ في يوم ٢٠ شهر مايس عرض المكان ٣١ درجة و ١٠  
دقيقة شمالي والطول ٢٩ درجة و ٥٠ دقيقة شرق نصف نهار غروب  
والطلب مقدار سعة الشمس من المركز

(ضرورة العمل)

٢٧ ٥٦ ٢٩ ميل الشمس في ١٠ شهر مايس شمالي  
مطابق قوس السعة (قاعدة اولي)

٩٩٣٢٢٢٨ جتا عرض ٢٩ درجة و ١٠ دقيقة  
٩٥٣٢٩٢٢ جامل الشمس ٢٩ درجة و ٥٠ دقيقة و ٧٠ ثانية  
١٠٠٠٠٠٠٠ جتا نصف القطر

١٩٥٣٢٩٢٠ مجموع الثماني والثالث

٩٩٣٢٢٢٨ جتا عرض ٣١ درجة و ١٠ دقيقة

٩٧٠٠٦٩٤ ينظر من الجيب = ٢٢ درجة و ٣٠ دقيقة مقدار سعة  
الشمس مشرق شمالي

(قاعدة ثاقية)

١٠٠٦٧٧٧٢ قاعرض ٣١ درجة و ١١ دقيقة  
 ٠٣٣٩٢٢ حامل لشمس ١٩ درجة و ٥٥ دقيقة و ٧ ثانية  
 ١٩٠٦٠٠٦٩٤ جاتنتر = ٢٣ درجة و ٣٠ دقيقة سعة الشمس  
 شمال شرق

مثال ثانى

سنة ١٨٧١ فى يوم ١٥ شهر ينوار يعرض المكان ٣١ درجة  
 و ١١ دقيقة شمالى والطول ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرق  
 نصف نهار غروب مطلوب حساب السعة من المركز  
 (صورة العمل)

١٠٠٦٧٧٧٢ قاعرض ٣١ درجة و ١١ دقيقة  
 ٩٠٥٥٧٣٦١ حامل الشمس ٢١ درجة و ٠٩ دقيقة و ١٣ ثانية جنوب  
 ١٩٠٦٢٥١٣٣ جاتنتر = ٢٤ درجة و ٥٧ دقيقة = سعة الشمس  
 مشرق جنوب

٩٨ (فى كيفية إيجاد مقدار سعة الشمس الظاهري)

قوس سعة الشمس الظاهري هو مقدار القوس المأخوذ من دائرة الافق  
 المحصور بين نقطتي المشرق والمغرب الحقيقية بين وتقطعي شروق وغروب  
 الشمس من الافق بمحيطها الأعلى أو محيطها الأسفل بالنسبة للراصد  
 الذى يوجد على مكان مرتفع عن سطح الارض (وبينهم) كما فى شكل  
 (٣٩) السابق ذكره أن الشمس ترى للراصد الذى يوجد على مكان  
 مرتفع من قبل شروقها من الافق الطبيعى وحين تظهر من الافق من  
 محيطها الأعلى يكون مركزها منخفضا عن الافق بمقدار نصف قطر  
 الشمس وكذلك مقدار انعطاف شعاعها وهو يساوى ٣٣ دقيقة و ٤٢  
 ثانية وهذه المقادير الثلاثة يصير جمعها على ٩٠ درجة أعنى مقدار القوس  
 الذى دوماً تقطعه الرأس الى الافق فيصير المجموع مساوياً للتمام  
 ارتفاع الشمس وقت الشروق ووقت الغروب وإنما اذا ارصد الشمس  
 وقت شروقها من محيطها الأسفل فيلزم طرح نصف القطر من مجموع

الثلاثة مقادير هي ٩٠ درجة وحصة انحناء طالافق ومقدار انحناء  
شماع الشمس والباقي يصير مساويا لتمام ارتفاع الشمس الذي هو  
قوس هـ شه المأخوذ من الدائرة السمعية وحيث كان قوس هـ مساويا  
لقدار تمام عرض المكان وقوس شه مساويا لقدار تمام ميل الشمس  
فيئذ تكون اضلاع المثلث هـ شه الكروي معلومة وبقتضى العمل  
المتقدم في استخراج نصف الزاوية المذكور في عمل فضل الدائر يصير  
استخراج مقدار الزاوية السمعية التي هي هـ شه وذلك بأن يؤخذ أولا  
مقدار تمام ميل الشمس ثم مقدار تمام العرض ومقدار تمام  
الارتفاع ويصير جمع الثلاثة مقادير ثم يجري باقي العمل الى آخره وبعد  
استخراج مقدار نصف الزاوية هـ شه السمعية وتضعيف المقدار  
المذكور يصير طرحه من ٩٠ درجة او طرح ٩٠ درجة من مقداره  
اذا كان أكثر منها والتايج يكون مساويا لقدار قوس السعة شه م  
المقابل للزاوية شه م السمعية وهو المطلوب

(مثال اول)

سنة ١٨٧١ في يوم ٢٠ شهر مايس عرض المكان ٣١ درجة  
و ١١ دقيقة شمالي والطول ٢٩ درجة و ٣٠ دقيقة شرق نصف  
نهار غرنوبج ارتفاع محل الرصد ٢٠ قدما مطلوب مقدار سعة الشمس  
الظاهري وقت الغروب حين تكون الشمس عماسة للافق بحسب طها  
الاعلى

(صورة العمل)

مطلوب وقت الغروب

١٨٠٨٤ ٢٠ ٣١ ٣١ ١١ دقيقة  
٩٧٨٧ ٥٥ ٩ ١٩ ٢٩ ٤٧ دقيقة ثانية  
..... ر ..... جانصف القطر  
١٩٥٥٩٧٨٧ مجموع الثاني والثالث  
١٨٠٨٤ ٢٠ ٣١ ٣١ ١١ دقيقة  
٩٣٤١٧٠٣ جتا نظر ٥ ساعات و ٩ دقائق و ١٠ ثانية





|                           |          |                |
|---------------------------|----------|----------------|
| مطلوب نصف الزاوية السمتية | ٩٧٠٢٧٠٩  | جباقي محفوظ    |
| شبه                       | ٩٧٨٤٧٨٩٧ | المجموع        |
|                           | ٩٩٢٣٩٤٨  | نصف المجموع من |
|                           |          | تمام الجيب     |
|                           |          |                |
|                           | ٤٥       | نصف الزاوية    |
|                           | ٤٥       | ضم مثله        |
|                           | ٣٠       | زاوية          |
|                           |          | شبه السمتية    |
|                           | ٣٠       | حساب السمتية   |
|                           |          | مغرب شمالي     |

وحيث كان المراد من استخراج قوس السعة هو لاجل استخراج انحراف البوصلة فيتم ذلك بوزن أخذ اتجاه الشمس وقت الغروب بواسطة البوصلة وفرضنا انه كان مساويا ٣٠ درجة مغرب شمالي فيصير خارج حساب السعة من مقدار اتجاه البوصلة المأخوذ لانهم امن جنس زاوية السمتية فيبقى الباقي مساويا (٥) درجات و ٥ دقيقة و ٣ ثانية وهو مقدار الانحراف هكذا

|                                   |    |    |    |
|-----------------------------------|----|----|----|
| حساب السعة مغرب شمالي             | ٣٠ | ٠٨ | ٢٤ |
| اتجاه الشمس وقت الغروب مغرب شمالي | ٣٠ | ٠٠ | ٠٠ |
| انحراف البوصلة مغربي              | ٣٠ | ٥١ | ٠٥ |

واعرفه جنس الانحراف ان كان غربيا او شرقيا برسم دائرة أفق الدنيا  
 ا ب د هـ ويجعل فيه نقطة ب للشمال ونقطة د للجنوب ونقطة ا  
 للشرق ونقطة هـ للغرب ثم يؤخذ مقدار حساب السعة الذي هو ٣٠ درجة  
 و ٨ دقائق و ٣ ثانية مبدئا من نقطة ب مغرب الدنيا الى جهة الشمال

وتوضع الشمس في نقطة شبه ثم يحدد مقدار اتجاه البوصلة وهو ٢٠ درجة مغرب شمال متدثر ثامن الشمس الى جهة المغرب الى نقطة و يرسم خط ماريا اركز فتكون نقطة (و) هي مغرب البوصلة وحيث كان الفرق بين مغرب الدنيا ومغرب البوصلة مساويا لمقدار الانحراف ونقطة مغرب البوصلة وقعت في جهة الشمال من مغرب الدنيا فيكون جنس الانحراف فريه كما هو مبين في شكل (٤٠)

مثال ثانى

سنة ١٨٧١ في يوم ١٥ شهر ينوار يوعرض المكان ٣١ درجة و ١١ دقيقة شمالى والطول ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج وارتفاع محل الراصد ٢٠ قدما واتجاه الشمس وقت الغروب وجد ١٨ درجة (٩) دقيقة مغرب جنوب والمطلوب مقدار ساعة الشمس انقضاء و الانحراف البوصلة

صورة العمل

مطلوب غروب تقرىبي

١٨٠٨٤ ر ١٠ طتا عرض ٣١ درجة و ١١ دقيقة  
٨٧٦٦٠ ر ٩ ظاميل الشمس ٢١ درجة ٠٩ دقيقة جنوب  
١٩٢٠٠٠٠٠ جا نصف قطر

١٩٢٠٨٧٦٦٠ مجموع الثاني والثالث

١٨٠٨٤ ر ١٠ طتا عرض

٢٦٩٥٧٦ ر ٩ جتا انقضاء ساعات و ٥ دقائق و ٤٩ ثانية وقت الغروب

مطلوب وقت فلكي غرنويج

يوم

٤٩ حساب فلكي محل

٣٢ زم الطول شرق

١٧ حساب فلكي غرنويج

| مطلوب تمام ارتفاع               | مطلوب فرق الميل                       |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| ٥ - ٥                           | ٥ - ٥                                 |
| ٩٠ ٠٠ ٠٠ من سمت الرأس الى الافق | ١٣ ٠٩ ٢١ ميل الشمس في ١٥ ينوار يوجنوب |
| ٤٢ ٣٣ ٠٠ انعطاف شعاع            | ١ ٥٨ ٢ شرحه في ١٦                     |
| ٢٤ ٥٤ ٠٠ انحطاط الافق           | ينوار يوجنوب                          |
| ٣٠ قدما                         | ١٢ ١١ ٠٠ فرق ميل في ٢٤ ساعة           |
| ١٨ ١٦ ٠٠ نصف قطر الشمس          | ٨٨٨٨٥ ر. انساب فلاكي غرنويج           |
| ٢٤ ٥٤ ٩٠ تمام ارتفاع            | ٢٠٦٠٥ ر. انساب فرق ميل الشمس          |
| مطلوب نصف الزاوية               | ٩٤٩٠ ٢ ر. انساب طرف ثاني              |
| ٥ - ٥                           | ٢٧ دقيقة ثانية                        |
| ٤٦ ٠٧ ١١١ تمام ميل              | مطلوب ميل صحيح                        |
| ٥٠ ٤٩ ٠٥٨ تمام عرض              | ٥ - ٥                                 |
| ٢٤ ٥٤ ٩٠ تمام ارتفاع            | ٢ ٩ ٢ ميل الشمس في ١٥ ينوار يوجنوب    |
| ١٠ ٥١ ٢٦٠ المجموع               | ٢٧ ٠٠ ٠٠ طرف ثاني طرح                 |
| ٣٥ ٢٥ ١٣٠ نصف المجموع           | ٤٦ ٠٧ ٢١ ميل صحيح جنوب                |
| ٤٦ ٠٧ ١١١ تمام ميل              | ٩٠ ٠٠ ٠٠                              |
| ٤٩ ١٧ ١٩                        | ٤٦ ٠٧ ١١١ تمام ميل                    |
| ٢٠٦٧٧٧٢ ر. قنا تمام عرض         | مطلوب تمام عرض                        |
| ٥٥ ٠٠ ٠٠ ر. قنا تمام ارتفاع     | ٣ ٠ ١ عرض                             |
| ٥٣٠ ٨١١٠٩ ر. جا نصف المجموع     | ٩٠ ٠٠ ٠٠                              |
| ١٠٠ ٩١٠٩ ر. جا باقي محفوظ       | مطلوب تمام عرض                        |
| ١٩٤٦٨٤٥٧ ر. المجموع             | ٨ ٠ ٠ تمام عرض                        |
| ٢٢٢ ٣٠٠ ر. نصف المجموع          |                                       |
| ٢٢٧ ٧٣٠ ر. ينظر من تمام         |                                       |
| الجيب                           |                                       |

|     |    |    |                       |
|-----|----|----|-----------------------|
| ٣٠  | ١٩ | ٥٧ | = نصف الزاوية         |
| ٣٠  | ٥٧ | ٥٧ | مثله ضم               |
| ١١٤ | ١٩ | ٠٠ | مقدار الزاوية الممتدة |
| ٩٠  | ٠٠ | ٠٠ |                       |

|    |    |    |                             |
|----|----|----|-----------------------------|
| ٢٤ | ١٩ | ٠٠ | = ساعة الشمس مغرب جنوب      |
| ١٨ | ١٩ | ٠٠ | اتجاه الشمس بوصلة مغرب جنوب |
| ٠٠ | ٠٠ | ٠٦ | انحراف البوصلة غربي         |

و بيان ان يؤخذ من على محيط افق الدنيا مبتدأ من نقطة المغرب الى جهة الجنوب مقدار حساب الساعة الذي هو ٢٤ درجة و ١٩ دقيقة ويوضع محل الشمس في نقطة شم ثم تجعل الشمس الى جهة الجنوب وبعد من هناك الى جهة الشمال مقدار ١٨ درجة و ١٩ دقيقة ويرسم خط مار بالمركز فيكون ذلك الخط هو خط مغرب وشرق محيط البوصلة وحيث وجد في جهة يسار مغرب الدنيا فيكون جنس الانحراف غربيا

تنبيه

اذا كان الرصد تحت خط الاستواء أي ان عرض المكان مساو لصفر درجة وصفر دقيقة ففي هذه الحالة يكون قوس الساعة مساويا لمقدار ميل الشمس وذلك لان خط الاستواء يصير منطبقا على خط أول السموت ودائرة الميل المارة بالشمس تكون منطبقا على دائرة الافق وحينئذ يعتبر ميل الشمس مقدارا لساعة وإذا كان ميل الشمس مساويا لصفر درجة وصفر دقيقة فإنه ينعدم مقدار ساعة الشمس والشمس تشرق وتغرب في المشرق والمغرب الحقيقيين والاتجاه الذي يؤخذ من البوصلة يكون مساويا لمقدار الانحراف

أمثله في استخراج الانحراف

|    |    |    |                       |
|----|----|----|-----------------------|
| ٣٠ | ٢٠ | ٢٠ | = ساعة الشمس شرق شمال |
| ٣٠ | ٢٠ | ٢٠ | اتجاه بوصلة مشرق شمال |
| ١٠ | ٢٠ | ٠٠ | انحراف قرص ميل        |



| مثال آخر                  | مثال آخر                  |
|---------------------------|---------------------------|
| ساعة الشمس ٠٢ ٤٠ ٠٠       | ساعة الشمس ٢٥ ٠٠ ٠٠       |
| مشرق شمال                 | مشرق شمال                 |
| اتجاه بوصلة مشرق ٠٤ ٣٠ ٠٠ | اتجاه بوصلة مشرق ٣٢ ٠٠ ٠٠ |
| جنوب                      | شمال                      |

انحراف قزويل ٠٧ ١٠ ٠٠

انحراف بويراز ٠٧ ٠٠ ٠٠

| مثال آخر                  |
|---------------------------|
| ساعة الشمس ٢٤ ٣٠ ٠٠       |
| مغرب شمال                 |
| اتجاه بوصلة مغرب ٣٠ ٤٠ ٠٠ |
| شمال                      |

انحراف قزويل ٠٦ ١٠ ٠٠

| مثال آخر             |
|----------------------|
| ساعة الشمس ١٨ ٤٠ ٠٠  |
| مشرق جنوب            |
| اتجاه بوصلة ٢٥ ٣٠ ٠٠ |
| مشرق جنوب            |

انحراف قزويل ٠٦ ٥٠ ٠٠

مثال آخر

مثال آخر

| مثال آخر             |
|----------------------|
| ساعة الشمس ٢٥ ٣٠ ٠٠  |
| مغرب شمال            |
| اتجاه بوصلة ١٨ ٢٠ ٠٠ |
| مغرب شمال            |

انحراف بويراز ٠٧ ١٠ ٠٠

| مثال آخر                  |
|---------------------------|
| ساعة الشمس ٢٢ ٣٠ ٠٠       |
| مشرق جنوب                 |
| اتجاه بوصلة مشرق ١٥ ٣٠ ٠٠ |
| جنوب                      |

انحراف بويراز ٠٧ ٠٠ ٠٠

مثال آخر

مثال آخر

| مثال آخر             |
|----------------------|
| ساعة الشمس ٢٢ ٣٠ ٠٠  |
| مغرب جنوب            |
| اتجاه بوصلة ١٨ ٠٠ ٠٠ |
| مغرب جنوب            |

انحراف قزويل ٠٤ ٣٠ ٠٠

| مثال آخر                  |
|---------------------------|
| ساعة الشمس ٠٤ ٣٠ ٠٠       |
| مشرق جنوب                 |
| اتجاه بوصلة مشرق ٠٣ ٣٠ ٠٠ |
| شمال                      |

انحراف بويراز ٠٨ ٠٠ ٠٠

مثال آخر

|                       |    |    |    |
|-----------------------|----|----|----|
| ساعة الشمس مغرب جنوب  | ١٥ | ٣٠ | ٠٠ |
| اتجاه بوصلة مغرب جنوب | ٢٢ | ٠٠ | ٠٠ |
| انحراف بويراز         | ٠٦ | ٣٠ | ٠٠ |

مثال آخر

|                       |    |    |    |
|-----------------------|----|----|----|
| ساعة الشمس مغرب شمال  | ٠٣ | ٣٠ | ٠٠ |
| اتجاه بوصلة مغرب جنوب | ٠٤ | ١٠ | ٠٠ |
| انحراف بويراز         | ٠٧ | ٤٠ | ٠٠ |

مثال آخر

|                       |    |    |    |
|-----------------------|----|----|----|
| ساعة الشمس مغرب جنوب  | ٠٣ | ٢٠ | ٠٠ |
| اتجاه بوصلة مغرب شمال | ٠٥ | ١٠ | ٠٠ |
| انحراف قره ييل        | ٠٨ | ٣٠ | ٠٠ |

(وَقَوْلُ) "بَيَانَةُ" مَنْ فِي نَقْضِيَةِ الْمَذْكُورَةِ وَهِيَ لَاحِظَةُ الْأَعْمَالِ الَّتِي سَبَقَتْ فِي شِكَا (٣٩) وَشَكَا (٤٠) يَظْهَرُ أَنَّهُ مَتَى عَلِمَ مَقْدَارَ انْحِرَافِ الْبُوصَلَةِ فَانْهَ يَكُنْ اسْتِخْرَاجُ قُوسِ السَّاعَةِ وَمَتَى عَلِمَ قُوسِ السَّاعَةِ وَمِيلَ الشَّمْسِ فِي الْيَوْمِ الْمَطْلُوبِ فَيَعْلَمُ مَقْدَارَ عَرْضِ الْمَكَانِ وَمَا رُبِّي ذَلِكَ أَنْ يُوْجِدَ اتِّجَاهَ الشَّمْسِ وَقَدْ شَرَوْقَهَا أَوْ وَقْتُ غُرُوبِهَا وَبِهَا وَبِوَسْطَةِ الْإِتِّجَاهِ الْمَأْخُوذِ وَالْإِنْحِرَافِ الْمَعْلُومِ يَصِيرُ اسْتِخْرَاجُ قُوسِ سَاعَةِ الشَّمْسِ بِعَكْسِ الْعَمَلِ الَّذِي صَارَ فِي الْأَمثلةِ السَّابِقَةِ وَهُوَ أَنَّهُ يَضُمُّ مَقْدَارَ الْإِنْحِرَافِ عَلَى اتِّجَاهِ الشَّمْسِ الْمَأْخُوذِ فَيُتَمَّعُ مَقْدَارُ سَاعَةِ الشَّمْسِ هَذَا إِذَا كَانَ جَنْبِ الْإِنْحِرَافِ غَرْبِيًّا أَوْ الْإِتِّجَاهِ الْمَأْخُوذِ مِنَ الْبُوصَلَةِ أَقَلَّ مِنْ مَقْدَارِ سَاعَةِ الشَّمْسِ كَمَا فِي الْمَثَالِ الْأَوَّلِ (وَالْحَصْلُ) أَنَّهُ يَصِيرُ مَرَّةً أَعَادَ الْأَعْمَالِ الَّتِي سَبَقَتْ فِي الْأَمثلةِ الْآخِرَةِ فِي اسْتِخْرَاجِ انْحِرَافِ الْبُوصَلَةِ فَيَصِيرُ الْعَمَلُ بِعَكْسِ مَا هُوَ مَعْلُومٌ فِي كُلِّ مَثَالٍ مِنَ الْأَمثلةِ الْمَذْكُورَةِ وَأَنَّهُ مَتَى عَلِمَ قُوسِ السَّاعَةِ وَمِيلَ الشَّمْسِ فَيَصِيرُ اسْتِخْرَاجُ الْعَرْضِ الْمَطْلُوبِ وَهَذَا يُقَالُ فِي اثْنَتَيْنِ شَرْحُ الْمَكْرُورِ الْقَائِمِ

الزاوية ان قوس شه م يساوي سعة الشمس وزاوية شه ل م قائمة  
وقوس شه ل يساوي ميل الشمس وبواسطة هذه المعلومات الثلاثة  
يحدث جا شه م قوس السميت : جانصف القطر :: جا شه ل  
مقدار ميل الشمس : جا زاوية شه م ل تمام العرض وهى علم تمام  
العرض في طرح من ٩٠ ينتج مقدار العرض المطلوب

مثال ذلك

سنة ١٨٧٤ في ١٥ شهر يولي و طول المكان ٢٩ درجة و ٥٣  
دقيقة وانحراف البوصلة ٦ درجات غربي والمطلوب قوس السعة ومقدار  
العرض

(الجواب) انه يؤخذ اتجاه الشمس وقت الشروق وجده ٥٠ درجة و ٤٥  
دقيقة ٣٠ ثانية فيضم على ٦ درجات انحراف البوصلة فيصير المحاصل  
مساويا ٢٥ درجة و ٤٢ دقيقة و ٣٠ ثانية مساويا لقوس السعة  
وأما استخراج العرض فيصير بهذا العمل

٩٢٦٣٢٥٢٥ جا ٢٥ درجة و ٢٢ دقيقة و ٣٠ ثانية  
١٠٠٠٠٠٠٠ جانصف القطر

٩٢٥٦٤٧٩٢ جتا ميل الشمس ٠٨ ٣٢ ٢١

٩٢٥٦٤٧٩٢ مجموع الثاني والثالث

٩٢٦٣٢٥٢٥

٩٢٩٣٢٢٧١ جتا انظر ٣٠ ١٠ ٣١ = لعرض المكان شمالى

وفس على ذلك باقى الامثلة

٩٩ الدعوى السابعة

في بيان استخراج مقدار الزاوية السميتة ومقدار انحراف البوصلة  
قوس الزاوية السميتة هو عبارة عن القوس المأخوذ من دائرة الافق المحصور  
بين دائرة نصف نهار المكان والدائرة السميتة المارة بالشمس يوم العمل  
ولنفرض كما في شكل (٤١) ان دائرة ا ح د هى دائرة نصف نهار المكان  
ونخط ا ب دائرة الافق ونقطه ح سمت رأس (و) د سمت القدم

وعرض المكان هو قوس أه وخط رح خط الاستواء السماوي  
وفرضنا ان ميل الشمس شمالي و وقت الارتفاع المأخوذ منها كانت في  
نقطة شه ثم رسمنا دائرة حشه و السمعية ودائرة هشه و دائرة  
الميل المارين بالشمس فيحدث من هذه الدوائر مثلث هحشه الكروي  
ويكون فيه قوس هشه يساوي تمام ميل الشمس وقوس شه ح  
يساوي تمام الارتفاع وقوس هح يشاوي تمام عرض المكان  
وحيث علمت ضلعه ثلاثة فيصير استخراج مقدار زاوية هح شه  
السمعية المقابلة لضلع هح شه مقدار تمام الميل وكيفية استخراج مقدار  
الزاوية المذكورة تقدم في قضية استخراج فضل الدائر ولاكن حيث  
كان تمام الميل مقابلا للزاوية المذكورة فيؤخذ أول تمام ميل الشمس  
ثم تمام العرض وتمام الارتفاع وتضم المقادير الثلاثة وبعدها ذلك  
بصير اجراء العمل المتقدم في البحث عن مقدار نصف الزاوية من جدول  
تمام الجيب يؤخذ الدرج والدقائق ثم يضعف فينتج مقدار الزاوية  
المذكورة وحيث كان المراد من استخراج زاوية المذكورة هو لاجل معرفة  
انحراف البوصلة فينبغي ان يؤخذ اتجاه الشمس بالبوصلة وقت  
ان يؤخذ الارتفاع منها والارتفاع المذكور وتارة يؤخذ قبل الزوال  
وتارة بعده ثم يحول هذا الارتفاع الى ارتفاع صحيح وكذلك يحول ميل  
الشمس الى الوقت المأخوذ فيه الارتفاع وبواسطة عرض المكان وميل  
الشمس والارتفاع الصحيح بصير استخراج مقدار الزاوية السمعية وبمراعاة  
جنس العرض يعلم جنس مقدار الزاوية المذكورة وهو انه اذا كان العرض  
شماليا والعمل قبل الزوال فيصير مقدار الزاوية شمال مشرق وان كان  
العمل بعد الزوال يصير مقدارها شمال مغرب وأما اذا كان العرض  
جنوبيا والعمل قبل الزوال يصير مقدار الزاوية جنوب مشرق وبعده  
الزوال جنوب مغرب (والخاصل) أنه يستدل على جنس الزاوية بجنس  
العرض المعلوم ثم ينظر الى الاتجاه المأخوذ بالبوصلة من الشمس فان  
وجد من جنس قوس الزاوية السمعية اعني اذا كانا في زاوية واحدة  
فيطرح احدهما من الآخر ينتج مقدار الانحراف وأما اذا كان اتجاه



الشمس المأخوذ يوجد في زاوية مجاورة لزاوية القوس السمتي فيلزم طرح مقدار القوس السمتي من ١٨٠ درجة حتى أنه يصير من جنس مقدار الاتجاه المأخوذ ومتى كانا متجهين في الجنس فيطرح الأقل من الأكثر والناتج يكون مساويا لمقدار الانحراف المطلوب ;

### (مثال أول)

سنة ١٨٧١ في يوم ١٥ شهر مايس عرض المكان ٣١ درجة و ١١ دقيقة شمالي والطول ٢٩ درجة و ٣٥ دقيقة شرق نصف غار غرنويج وارتفاع المكان ٢٠ قدما وفي وقت الساعة ٨ و ٣٠ دقيقة جرى اخذ ارتفاع الشمس من محيطها الاسفل وجد ١٤ درجة و ٦ دقائق و ١٧ ثانية وبوقتها وجد اتجاه الشمس من البوصلة ٨٣ درجة جنوب مشرق والمطلوب مقدار قوس الزاوية السمتية وانحراف البوصلة

### صورة العمل

| يوم                                | ٤٤   | —  | ٨٤    |
|------------------------------------|------|----|-------|
| حساب باعتمادى محل                  | ١٥   | ٠٨ | ٣٠ ٠٠ |
| طرح يوم وم ١٢ ساعة                 | ٥١   | ١٢ | ٠٠ ٠٠ |
| حساب فلكى محل                      | ١٤   | ٢٠ | ٣٠ ٠٠ |
| زمن الطول شرق                      | ٠٠   | ٠١ | ٥٩ ٣٢ |
| حساب فلكى غرنويج                   | ١٤   | ١٨ | ٣٠ ٢٨ |
| مطلوب فرق ميل                      |      |    |       |
| ميل ١٤ شهر مايس شمالي              | ١٨   | ٣٥ | ١٦    |
| شرحه ١٥ منه شمالي                  | ١٨   | ٤٩ | ٢٩    |
| فرق ميل في ٢٤ ساعة                 | ٠٠   | ١٤ | ٢٣    |
| انساب غرنويج                       | ١١٣٠ | ٤  |       |
| انساب فرق ميل                      | ١٠٩٧ | ٤١ |       |
| انساب طرف ثاني و ١ دقيقة و ٥ ثانية | ١٢١٠ | ٤٥ |       |

|                                   |    |    |    |                |
|-----------------------------------|----|----|----|----------------|
| مطلوب مقدار الزاوية المسمية       | ١٦ | ٣٥ | ١٨ | ميل ١٤ ش-هـ    |
| ٥                                 | ١٥ | ١١ | ٠٠ | مايس           |
| ٣٩ ١٣ ٧١ تمام ميل                 | ١٥ | ١١ | ٠٠ | طرف ثاني       |
| ٠٠ ٤٩ ٥٨ تمام عرض                 | ٢٠ | ٤٦ | ١٨ | ميل صحيح شمالي |
| ١٥ ٤٣ ٤٨ تمام ارتفاع              | ٩٠ | ٠٠ | ٠٠ |                |
| ٥٤ ٤٥ ٧٨ الحاصل                   | ٢٩ | ١٣ | ٢٠ | تمام ميل       |
| ٥٧ ٢٢ ٨٩ نصف الحاصل               | ١  | ٣١ | ٣١ | عرض            |
| ٣٩ ١٣ ٧١ تمام ميل                 | ٩٠ | ٠٠ | ٠٠ |                |
| ١٨ ٠٩ ١٨ باقي محفوظ               | ٤٩ | ٥٨ | ٠٠ | تمام عرض       |
| ٠٠ ٦٧٧٧٢ قتا تمام عرض             | ٥٥ | ٥٥ | ٥٥ | ارتفاع صحيح    |
| ٠٠ ١٢٤٠٦٩ قتا تمام ارتفاع         |    |    |    |                |
| ٧٥ ٩٩٩٩٩٩ جا نصف الحاصل           |    |    |    |                |
| ٦٢ ٩٣٥٦٣ جا باقي محفوظ            |    |    |    |                |
| ١٥٣٧٨٥٢٧٨ المجموع                 | ١٧ | ٢٦ | ٤١ | ارتفاع مأخوذ   |
| ٩٨٤٢٦٨٩ نصف المجموع من            |    |    |    | محيط أسفل      |
| تمام الجيب                        | ١٥ | ١٥ | ٠٠ | نصف قطر الشمس  |
| ٠٠ ٤٣ ٤٥ نصف الزاوية              | ٠٨ | ٢٢ | ٤١ | ارتفاع ظاهر    |
| ٠٠ ٥٣ ٤٥ منله ضم                  | ٢٤ | ٥٤ | ٠٠ | نقطا الاق      |
| ٠٠ ٤٦ ٠٩ مقدار                    | ٢٠ | ٢٠ | ٢٠ | قدما           |
| الزاوية المسمية شمالا مشرقا فيلزم | ٤٤ | ١٧ | ٤١ | ارتفاع مركز    |
| طرحه من درجة ليكون                | ٥٩ | ٠٠ | ٠٠ | انحناء شعاع    |
| من جنس الاتجاه المأخوذ واسمها     | ٤٥ | ٢٠ | ٤٠ | ارتفاع صحيح    |
| لرصة                              | ٤٠ | ٢٠ | ٤٠ |                |

٥ - / = مقدار الزاوية السمتية شمال مشرق ٠٩١ ٤٦ ٠٠

١٨٠ ٠٠ ٠٠

٨٨ ١٤ ٠٠ مقدار الزاوية جنوب مشرق

٨٣ ٠٠ ٠٠ اتجاه الشمس من البوصلة جنوب مشرق

٠٥ ١٤ ٠٠ انحراف البوصلة غربي

واتوضيح ذلك وكيفية معرفة جنس الانحراف برسم دائرة أفق الدنيا كما في شكل (٤٢) ثم يؤخذ من الزاوية الثانية أعني جنوب مشرق مقدار ٨٨ درجة و ١٤ دقيقة مبتدأ من نقطة الجنوب ويصير وضع الشمس في نقطة شـ ثم يعمد منها إلى جهة الجنوب مقدار ٨٣ درجة المساوية لمقدار الاتجاه ويرسم خطاً ماراً بالمرکز لهذا الخط يكون ماراً بنقطتي شمال وجنوب البوصلة وحيث أنه وجد في جهة يسار شمال وجنوب الدنيا فيكون جنس الانحراف غربياً كما هو مبين في الشكل المذكور

(مثال ثاني)

سنة ١٨٧١ في يوم ١٠ شهر مارش عرض المكان ٤٠ درجة و ٥٧ دقيقة شمالي والطول ٢٢ درجة و ٢٠ دقيقة غرب نصف نهار غروب ارتفاع السفينة ٣ قدماً وفي وقت ١٠ ساعات و ٢٠ دقيقة و ٣٠ ثانية قبل الزوال صار أخذ ارتفاع الشمس من محيطها الأسفل فوجد ٣٩ درجة و ٢٣ دقيقة وكان اتجاه الشمس من البوصلة ١٥ درجة جنوب مشرق والمطلوب مقدار الزاوية السمتية والانحراف

(صورة العمل)

|                     |             |  |  |
|---------------------|-------------|--|--|
|                     | ٥٤ - / يوم  |  |  |
| حساب اعتيادي محل    | ١٠ ١٠ ٢٠ ٣٠ |  |  |
| طرح يوم وضم ١٢ ساعة | ٠١ ١٢ ٠٠ ٠٠ |  |  |
| حساب فلكي محل       | ٠٩ ٢٢ ٢٠ ٣٠ |  |  |
| زمن الطول غرب ضم    | ٠٠ ٠١ ٢٩ ٢٠ |  |  |
| حساب فلكي غروب      | ٠٩ ٢٣ ٤٩ ٥٠ |  |  |

|                                 |                  |             |
|---------------------------------|------------------|-------------|
| مطلوب فرق الميل                 | ٠٨ ١٦ ٠٠         | نصف قطر     |
| ٠٨ ٢٩ ٣٩                        | ارتفاع مركز      |             |
| ٢٤ ٠٤ ٠٠                        | انحناء الاق      |             |
| ٤٤ ٣٤ ٣٩                        | ارتفاع ظاهر      |             |
| ٠٣ ٠١ ٠٠                        | انعطاف شعاع      |             |
| ٤١ ٣٣ ٣٩                        | ارتفاع صحيح      |             |
| ٠٠ ٠٠ ٩٠                        |                  |             |
| ١٩ ٢٦ ٥٠                        | تمام ارتفاع      |             |
| مطلوب القوس السمتي              |                  |             |
| ٠٨ ٢٩ ٣٩                        | تمام ميل         |             |
| ٠٠ ٠٣ ٤٩                        | تمام عرض         |             |
| ١٩ ٢٦ ٥٠                        | تمام ارتفاع      |             |
| ٠٠ ٢٩ ١٩٣                       | يكون             |             |
| ٣٠ ٤٩ ٩٦                        | نصفه             |             |
| ٠٠ ٠٣ ٤٩                        | تمام عرض         |             |
| ٣٠ ٤٦ ٤٧                        | باقي اول         |             |
| ٣٠ ٤٩ ٩٦                        | نصف المحاصل      |             |
| ١٩ ٢٦ ٥٠                        | تمام ارتفاع      |             |
| ١١ ٢٣ ٤٦                        | باقي ثاني        |             |
| ١٢١٨٩١                          | قنا تمام عرض     |             |
| ١١٢٩٨٥                          | قنا تمام ارتفاع  |             |
| ٩٨٦٩٥٣٢                         | جا باقي اول      |             |
| ٩٨٥٩٧٥١                         | جا باقي ثاني     |             |
| ١٩٩٦٤١٥٩                        | يكون             |             |
| ٩٨٢٠٧٩                          | جا نظر = ٧٣ درجة |             |
| ٣٩ دقيقة و ١٥ ثانية نصف الزاوية |                  |             |
| مطلوب فرق الميل                 | ٠٨ ٢٣ ٠٠         | ارتفاع محيط |
| ٠٨ ٢٣ ٠٠                        | ارتفاع محيط      |             |
| ٠٤ ٣٢ ٥٩                        | ميل الشمس في     |             |
| ٩                               | مارت جنوب        |             |
| ٣١ ٠٩ ١٤                        | شرحته في         |             |
| منه جنوب                        |                  |             |
| ٢٨ ٢٣ ٠٠                        | فرق الميل في     |             |
| ساعة                            |                  |             |
| ٣٠٣ ٠٠ ٠٠                       | انساب فلكي غروب  |             |
| ٨٨٤٨٢                           | انساب فرق الميل  |             |
| ٨٨٧٨٥                           | انساب طرف ثاني   |             |
| ٣٢ دقيقة و ١٨ ثانية             |                  |             |
| ٠٨ ٢٣ ٠٠                        | ميل الشمس في     |             |
| ٩                               | مارت             |             |
| ١٨ ٣٢ ٠٠                        | طرف ثاني         |             |
| ٤١ ٠٩ ٠٤                        | ميل صحيح جنوب    |             |
| ٠٠ ٠٠ ٩٠                        |                  |             |
| ٤١ ٠٩ ٩٤                        | تمام ميل         |             |
| ٠٨ ٢٣ ٠٠                        | تمام عرض         |             |
| ٠٠ ٠٣ ٤٩                        | تمام عرض         |             |
| مطلوب تمام ارتفاع               |                  |             |
| ٠٨ ٢٣ ٠٠                        | ارتفاع محيط      |             |
| ٠٨ ٢٣ ٠٠                        | ارتفاع محيط      |             |



١٥ ٣٩ ٧٣ = نصف الزاوية

١٥ ٣٩ ٧٣ مثله ضم

٣٠ ١٨ ١٤٧ = قوس الزاوية السميتية شمال مشرق

١٨٠ ٠٠ ٠٠

٣٠ ٤١ ٣٢ قوس الزاوية السميتية جنوب مشرق

١٥ ٠٠ ٠٠ اتجاه الشمس بوضلة جنوب مشرق

٣٠ ٤١ ١٧ انحراف البوضلة غربي والتوضيح عن ذلك قد تقدم في

المثال الاول

### مثال ثالث

سنة ١٨٧٤ في ١٥ شهر اغسطس كانت السفينة على دائرة المعدل وال طول ٣٠ درجة شرق نصف نهار غرتو ميخ وفي وقت الساعة ٩ قبل الزوال صار انحدار ارتفاع الشمس من المحيط الاسفل وجد ٤٣ درجة و ٨ دقائق و ١٥ ثانية واتجاه الشمس من البوضلة ٨٠ درجة شمال مشرق وارتفاع السفينة ٢٠ قدما والمطلوب مقدار الزاوية السميتية والانحراف (الجواب) عن ذلك حيث كان العرض صفر درجة وصفر دقيقة وكان جنس ميل الشمس شمالا ولة قدم أنه متى كان جنس ميل الشمس من جنس عرض المكان فيصير طرح ميل الشمس من ٩٠ درجة واذا كان جنس ميل الشمس مخالفا لجنس عرض المكان فيضم مقدار ميل الشمس الى ٩٠ درجة والناجى من الاول ومن الثانى يكون مساويا لتمام ميل الشمس ومن كون ان عرض المكان في هذا المثال مساو لصفر درجة فاذا طرح مقدار ميل الشمس من ٩٠ درجة فيوجد المثلث الكروي المتشاكل من تمام العرض وتمام الارتفاع وتمام الميل في جهة القطب الشمالى واذا صار جمع ميل الشمس الى ٩٠ درجة ويتبع مقدار تمام الميل فيكون المثلث المذكور في جهة القطب الجنوبي والعمل بالوجهين المذكورين يكون حاصلاهما واحد الكن اذا صار طرح مقدار ميل الشمس

من ٩٠ درجة فيصير اعتبار الزاوية السمعية شمال مشرق وإذا جمع ميل الشمس على ٩٠ درجة كان الحاصل مساويا لمقدار تمام ميل الشمس ويكون قوس الزاوية السمعية جنوب مشرق وينتج من العملية المذكورة في الحالة الاولى ان مقدار الزاوية السمعية تساوى ٧٠ درجة و٢٥ دقيقة و٣٠ ثانية شمال مشرق ومن العمل الثاني المذكور في الحالة الثانية ينتج ان مقدار قوس الزاوية السمعية يساوى ٩٠ درجات و٣٤ دقيقة و٣٠ ثانية وبطرحها من ١٨٠ درجة يصير الباقي مساويا ٧٠ درجة و٢٥ دقيقة و٣٠ ثانية شمال مشرق وإذا صار طرح ذلك من ٨٠ درجة التي هي مقدار الاتجاه المأخوذ من البوصلة فيصير الباقي مساويا ٩ درجات و٣٤ دقيقة و٣٠ ثانية وهو مقدار الانحراف ويكون جنسه غربيا

### تنبيه

إذا كان ميل الشمس مساويا لصفرد درجة و٥٠ دقيقة فيصير مقدار تمام الميل ٩٠ درجة ثم يصير اجراء العمل كما في السابق وأما إذا كان عرض المكان وميل الشمس كل منهما يساوى صفرد درجة و٥٠ دقيقة فيصير مقدار الزاوية السمعية مساويا ٩٠ درجة لان دائرة المعدل تكون منطبقة على خط أول السموت ومحور العالم يكون منطبقة على دائرة الافق وتكون الشمس موجودة على خط أول السموت والزاوية المحصورة بين دائرة نصف نهار المكان ودائرة السموت المارة بالشمس يكون مقدارها ٩٠ درجة وحينئذ لا يلزم استخراج مقدار انقوس السموت ويصير وضع مقداره ٩٠ درجة ثم يصير طرح مقدار الاتجاه المأخوذ من الشمس من المقدار المذكور فينتج مقدار الانحراف المطلوب

وأقول بالتأمل الى حل المسئلة السابعة ومراجعة قوانين حل المسائل الكروية يظهر منها انه متى علم مقدار انحراف البوصلة لاى مكان كان فانه يصير استخراج ارتفاع الشمس في الاوقات التي توجد قبل الزوال أو بعده بالعمل الآتى (ومثاله) اذا فرض مقدار انحراف البوصلة ٥ درجات و١٠ دقيقة غربي وأريد معرفة ارتفاع الشمس في يوم ١٥ شهر

مايس سنة ١٨٧١ في الساعة ٨ و ٣٠ دقيقة قبل الزوال فطريق  
 ذلك ان يصير أخذ اتجاه الشمس في الوقت المذكور مثلا وجدناه ٨٣  
 درجة جنوب مشرق وبالتأمل الى دائرة استخراج الانحراف يضم مقدار  
 ٨٣ درجة على مقدار الانحراف وهو ٥ درجات و ١٤ دقيقة فيصير  
 المحاصل مساويا ٨٨ درجة و ١٤ دقيقة ويكون مساويا بالقوس  
 الزاوية السمعية التي هي ش ه ح كما في شكل (٤١) واذا طرح ذلك  
 من ١٨٠ درجة فيصير الباقي مساويا ٩١ درجة و ٤٦ دقيقة وهو  
 مقدار زاوية ه ح ش وايضا اذا طرحنا ٨ ساعات و ٣٠ دقيقة  
 من ١٢ ساعة فيصير الباقي ٣ ساعات و ٣٠ دقيقة وهو يساوي  
 لزاوية فضل الدائر وهي زاوية ه ح ش وحينئذ يكون في المثلث  
 ه ح ش الكروى ان زاوية ه ح ش تساوي ٩١ درجة  
 و ٤٦ دقيقة والزاوية ه ح ش تساوي ٣ ساعات و ٣٠ دقيقة  
 والضلع ه ش يساوي تمام ميل الشمس وحيث ذلك فيكون في المثلث  
 المذكور نسبة جا ٩١ درجة و ٤٦ دقيقة :: جا ه ش تمام ميل  
 الشمس :: جا ٣ ساعات و ٣٠ دقيقة مقدار فضل الدائر ::  
 جا قوس ه ش المساوي لمقدار تمام الارتفاع  
 صورة العمل

|     |     |   |
|-----|-----|---|
| ٨٣  | ٠٠  | اتجاه الشمس وقت الساعة ٨ و ٣٠ دقيقة جنوب مشرق |
| ١٤  | ٠٥  | انحراف عربي ضم                                |
| ١٤  | ٠٨٨ | يساوي لمقدار زاوية ش ح                        |
| ١٨٠ | ٠٠  |   |
| ٩١  | ٤٦  | زاوية ه ح ش                                   |
|     |     | مطلوب فضل الدائر                              |
| ٣٠  | ٠٨  |   |
| ١٢  | ٠٠  |   |
| ٣   | ٠٣  | فضل الدائر                                    |

مطلوب تمام الارتفاع

٩٩٩٩٧٩٣ جا ٩١ درجة و ٤٦ دقيقة  
 ٩٩٧٦٢٦٤ جتا ميل الشمس ١٨ درجة و ٤٦ دقيقة و ٢ ثانية شمالى  
 ٩٨٩٩٤٦٧ جا الساعة ٣ و ٣٠ دقيقة فضل الدائر

مجموع الثانى والثالث ١٩٨٧٥٧٣١

٩٩٩٩٧٩٣ جا ٩١ درجة و ٤٦ دقيقة  
 ٩٨٧٥٩٣٨ جا نظر = ٤٨ درجة و ٤٣ دقيقة و ١٥ ثانية تمام  
 ارتفاع الشمس

١٥ ٤٣ ٤٨ تمام ارتفاع  
 ٩٠ ٠٠ ٠٠

ارتفاع الشمس صحيح ٤١ ١٦ ٤٥

الدوى الثامنة

١٠٠ فى كيفية استخراج وقت العصر

وقت العصر يحصل متى وجد ظل أى شئ مثله مضافا على سظل ذلك الشئ  
 وقت الظهر وحيث كان ذلك الشئ عمودا على سطح الارض وفرضنا طوله  
 يساوى لاشئ مقدار كان فبواسطة مقدار طوله المفروض يصير استخراج  
 مقدار ظله وقت الظهر بالطريق الآتى وهو أنه ينظر أولا الى جنس عرض  
 المكان وميل الشمس فان كانا من جنس واحد فيطرح مقدار ميل الشمس  
 من مقدار عرض المكان والباقي يكون مساويا لمقدار تمام ارتفاع الشمس  
 وقت الزوال وأما اذا كان جنس العرض مخالفا لجنس ميل الشمس فيضم  
 مقدار ميل الشمس على مقدار عرض المكان والنتيجة يكون مساويا لتمام  
 ارتفاع الشمس وقت الزوال ومتى علم تمام الارتفاع فانه يصير طرحه من ٩٠  
 درجة فيصير الباقى مساويا لارتفاع الشمس وقت الزوال كما هو معلوم



في بند ٩١ شكل (٣٧) ثم ان مقدار ارتفاع الشمس وقت الزوال يصير مساويا لمقدار الزاوية المقابلة لطول الشاخص الذي يرمز له بحرف  $\alpha$  وحينئذ يوجد في مثلث  $\alpha \beta \gamma$  المستقيم الاضلاع زاوية  $\alpha$  تساوي لمقدار ارتفاع الشمس وقت الزوال وضلع  $\alpha \beta$  يساوي لطول الشاخص المتقدم ذكره وزاوية  $\alpha \gamma$  قائمة وبمقتضى ما تقدم في علم المثلثات المستقيمة الاضلاع يكون نسبة ظل الزاوية الحادة  $\alpha$  ح  $\beta$  : ضلع  $\alpha \beta$  : نصف القطر  $\alpha \gamma$  ضلع  $\gamma \beta$  الذي يساوي ظل الشاخص وقت الزوال اعني أنه يؤخذ انساب عدد طول الشاخص ويضم عليه نصف القطر ويطرح من الحاصل ظل مقدار ارتفاع الشمس وقت الزوال ويتطرق على الباقي من انساب الاعداد فينتج مقدار الضلع  $\gamma \beta$  واذا مددنا ضلع  $\alpha \gamma$  على استقامته من جهة نقطة  $\gamma$  واخذنا خط  $\gamma \delta$  مساويا لخط  $\alpha \beta$  طول الشاخص فيصير ضلع  $\delta \beta$  مساويا للمقدار مجموع طول الشاخص مضافا عليه مقدار ظله وقت الظهر وضلع  $\alpha \beta$  مساويا لطول الشاخص ويكون في المثلث  $\alpha \delta \beta$  الزاوية  $\alpha \delta \beta$  تساوي لمقدار ارتفاع الشمس وقت العصر ولا استخراج مقدار الزاوية المذكورة يصير طراز زاوية  $\alpha \delta \beta$  المجهولة : ضلع  $\alpha \beta$  : جانصاف القطر : ضلع  $\delta \beta$  المعلوم وبعد استخراج مقدار الزاوية المذكورة يصير استخراج زاوية فضل الدائر كما تقدم في شكل (٤) لاننا اذا فرضنا أن الشمس وقت العصر كانت في نقطة  $\theta$  فيكون قوس  $\theta$  نر مساويا لارتفاعها وقت العصر وقوس  $\theta$  يساوي لتمام الارتفاع وقوس  $\theta$  يساوي لتمام عرض المكان وقوس  $\theta$  يساوي لتمام ميل الشمس وبواسطة اضلاع المثلث المعلوم يصير استخراج زاوية فضل الدائر  $\theta$  كما تقدم ومقدار هذه الزاوية يكون مساويا لمقدار الزمن الكائن بين وقت الظهر ووقت العصر فادعوا جعه على وقت شروق الشمس الا فرنكي الذي يساوي لوقت الظهر عربيا فيصير الحاصل مساويا لوقت العصر بالساعة العربية

(مثال ذلك)

درجة و ١١ دقيقة شمالي والطول ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرق  
 نصف نهار غرنوبج وفرضنا طول الشاخص مساويا ٢٠ قدما والمطلوب  
 وقت العصر (صورة العمل)

٧ درجة و ٤٢ دقيقة و ٤ ثانية ميل الشمس يوم (٩) ابريل  
 ولاجل تحويل ميل الشمس الى وقت زوال سكندرية يؤخذ فرق  
 الميل لساعة واحدة فيوجد ٥ ثانية و ١١ اعشاري وحيث كان زمن  
 الطول ساعة بين فيضرب زمن فضل فرق الطول في فرق الميل في الساعة  
 الواحدة وهو ٥ ثانية و ١١ اعشاري ينتج مقدار دقيقة واحدة  
 و ١٥ ثانية وحيث كان ميل الشمس في الترايد فيصير طرح دقيقة  
 واحدة و ١٥ ثانية من ميل الشمس المعلوم فيصير الباقي ٧ درجات  
 و ٤٠ دقيقة و ٩ ثانية وهو مقدار ميل الشمس وقت زوال  
 سكندرية

مطلوب ارتفاع الشمس وقت الزوال

|                                 |       |    |    |
|---------------------------------|-------|----|----|
| عرض ك. دريه شمالي جنس واحد يطرح | ٤١    | ١١ | ٠٠ |
| ميل الشمس شمالي جنس واحد يطرح   | ٧     | ٤٢ | ٤٠ |
|                                 | <hr/> |    |    |
| تمام ارتفاع الشمس وقت الزوال    | ٢٣    | ٢٨ | ٢٠ |
|                                 | ٩٠    | ٠٠ | ٠٠ |

ارتفاع الشمس وقت الزوال = ٦٦ ٣١ ٤٠

مطلوب طول ظل الشاخص وقت الزوال

١٠٣٠ ١٣٠ انساب عدد ٢٠ قدما

١٠٠٠٠٠ نصف قطر

المجموع ١١٣٠ ١٠٣

١٠٣٦٢٣٠٣ ظا ٦٦ درجة و ٣١ دقيقة و ٤ ثانية

١٠٣٨٧٢٧ لوغار ينم عدد نظار = ٨ قدم و ٧ من عشرة زائد ٢٠

٢٨ قدما = ٧ من عشرة يساوي طول الشاخص وقت العصر

مطلوب زمن فضل الدائر اعني وقت  
العصر افرنكي

|         |    |     |                |
|---------|----|-----|----------------|
| ٣٠      | ٧  | ٥٥  | تمام ارتفاع    |
| ٠٠      | ٤٩ | ٥٨  | تمام عرض       |
| ٢٠      | ١٧ | ٨٢  | تمام ميل       |
| ٥٠      | ١٣ | ١٩٦ | المجموع        |
| ٥٥      | ٦  | ٩٨  | نصف المجموع    |
| ٣٠      | ٧  | ٥٥  | تمام ارتفاع    |
| ٢٥      | ٥٩ | ٤٢  | باقي محفوظ     |
| ٢٧٧٧٢   | ٠  | ٠   | قنا تمام عرض   |
| ٣٩٤٧    | ٠  | ٠   | قنا تمام ميل   |
| ٩٩٩٥٦٢٨ | ٩  | ٩   | جا نصف المجموع |
| ٩٨٣٣٧١٦ | ٩  | ٨   | جا باقي محفوظ  |
| ١٠٦٣    | ١٩ | ٩٠  | يكون           |
| ٩٩٥٠٥٣١ | ٩  | ٩٥  | نصف المحاصل    |
| جنا نظر |    |     |                |

٣٨ ٣٤ ٠٣ وقت العصر افرنكي  
٠٠ ٣٦ ٠٥ وقت شروق  
الشمس الظاهري  
٣٨ ١٠ ٠٩ وقت العصر  
بالساعات العربية

مطلوب ارتفاع الشمس وقت  
العصر

|         |    |    |                  |
|---------|----|----|------------------|
| ٣٠      | ١٠ | ١٣ | انساب عدد        |
| ٠٠      | ٠٠ | ١٠ | نصف القطر        |
| ٣٠      | ١٠ | ١١ | ١١               |
| ٨٨٢     | ٥٧ | ٤٥ | انساب ٢٨ قدا     |
| ١٧      |    |    | اعشاري           |
| ٩٨٤٣١٤٨ | ٩  | ٨  | ينظر من الطل     |
| ٣٠      | ٢٢ | ٣٤ | ارتفاع وقت العصر |
| ٩٠      | ٥٠ | ٠٠ |                  |
| ٣٠      | ٧  | ٥٥ | تمام ارتفاع      |

مطلوب تمام عرض  
٣١ ١١ عرض سكوندريه  
٩٠ ٠٠  
٤٩ ٥٨ تمام عرض

مطلوب تمام ميل الشمس  
٤٩ ٤٠ ٧ ميل الشمس شمالي  
٩٠ ٠٠ ٠٠  
٢٠ ١٧ ٨٢ تمام ميل الشمس

مثال ثاني

سنة ١٨٧٤ في ١٢ أكتوبر عرض المحروسة ٣٠ درجة و ٢٢ دقيقة و ٤ ثواني شمالي وطول موقعها ٣١ درجة و ١٥ دقيقة

١٢ ثانية شرق نصف نهار غروب ارتفاع محل الراصد ٢٠ قدما  
والمالوب وقت العصر بالمحروسة

وقت شروق الشمس بالمحروسة افرنكي

١٢ ٠٠ ٠٠

وقت غروب الشمس

مالمالوب ميل الشمس وقت زوال المحروسة

٢٧ ٢٦ ٧ ميل الشمس في ١٢ اكتوبر

٠ ٠ ١ ما يخص زمن الطول في ميل الشمس

٢٩ ٢٤ ٧ ميل الشمس وقت زوال المحروسة جنوب

٠ ٢ ٣ عرض المحروسة شمالي مخالف بضم

٣٣ ٢٦ ٣٧ تمام ارتفاع الشمس وقت الزوال

٩٠ ٠٠ ٠٠

٢٧ ٣٣ ٢ غاية ارتفاع الشمس وقت الزوال

مالمالوب طول ظل الشاخص المروض ٢٠ قدما وقت الزوال

١٠٣ ١٣٠ ١١ لعدد ٢٠ قدم + جا نصف القطر

١٠٩٣٥ ١١ ١٠ ٢ ٥ درجة و ٣٣ دقيقة و ٢٧ ثانية غاية ارتفاع الشمس

٩٥ ١٨٥ ١٠ ١ لعدد ٣٠ قدما ظل الشاخص وقت الزوال

٢٠ ٣٠ ٣٠ قدما ٣٠ قدما ٣٠ من مائة طول ظل الشاخص وقت العصر

مالمالوب ارتفاع الشمس وقت العصر

١٠٣ ١٣٠ ١١ لعدد ٢٠ جا نصف القطر

٩٨ ٧٨ ٤٧ ٥ ١ لعدد ٣٠ قدما طول ظل الشاخص وقت العصر

١٣٢ ٧٥٣ ٩٠ ٩ ظل انظر

٤٥ ٣١ ٢٩ ارتفاع الشمس وقت العصر

٩٠ ٠٠ ٠٠

١٥ ٢٨ ٦٠ تمام ارتفاع



عرض المحروسة شمالى ٢٠ ٠٢ ٠٤

٩٠ ٠٠ ٠٠

تمام عرض ٥٩ ٥٧ ٥٦

٤٣٥٦ فرق ميل الشمس في ساعة واحدة يضرب في ٢ ساعة  
وه دقات زمن الطول ينتج ١ دقيقة و ٨ ثانية حصة زمن الطول  
ولاستخراج ميل الشمس وقت العصر يؤخذ نصف وقت الغروب ينتج ٢  
ساعة و ٥٣ دقيقة ثم يطرح من ذلك زمن الطول فيصير الباقي ٤٨ دقيقة  
وباجراء التناسب يستخرج ما يخص ٤٨ دقيقة من فرق ميل الشمس  
فيوجد ٤٣ ثانية يضم على مقدار ميل الشمس وهو ٧ درجات و ٢٦  
دقيقة و ٢٧ ثانية فيصير الحاصل مساويا ٧ درجات و ٢٧ دقيقة  
و ١٠ ثواني وهو يساوى ميل الشمس وقت العصر وحيث كان جنسه  
مخالفا لجنس العرض فيضم على ٩٠ درجة ينتج ٩٧ درجة و ٢٧ دقيقة  
و ١٠ ثواني ويكون مساويا لتمام ميل الشمس  
مطلوب وقت العصر افرزكى

تمام ارتفاع ٢٠ ٢٨ ١٥

تمام عرض ٥٩ ٥٧ ٥٦

تمام ميل ٩٧ ٢٧ ١٠

المجموع ٢١٧ ٥٣ ٢١

نصف المجموع ١٠٨ ٥٦ ٤١

تمام ارتفاع ٢٠ ٢٨ ١٥

باقي محفوظ ٤٨ ٢٧ ٢٦

المجموع ١٩٧ ٩١ ٦٤

نصف المجموع من جيب التمام ٩٨ ٩٥ ٣٠

٥٧ ٣٨ ٠٩

نصف الزاوية

٥٧ ٣٨ ٠٩

٥٤ ١٧ ٠٣ وقت العصر افرنكي

٠٠ ١٤ ٦ وقت الشروق افرنكي

٥٤ ٣١ ٠٦ وقت العصر عربي

تنبه

اذا كان عرض المكان صفر درجة فيوضع تمامه ٩٠ درجة وكذلك  
اذا كان ميل الشمس صفر درجة فيوضع تمامه ٩٠ درجة واذا كان  
العرض والميل كل منهما مساويا صفر درجة فيصير مجموع تمام الارتفاع  
الى ساعات يتبع وقت العصر افرنكي

الدعوى التاسعة

١٠ في كيفية استخراج ارتفاع الشمس في أي ساعة معلوم زمنها نهارا  
اذا كان المراد استخراج ارتفاع الشمس مثلا في الساعة ٨ و ٣٠ دقيقة قبل  
الزوال فطريق ذلك اذا كانت الساعة المعلومة من قبل الزوال فيصير طرحها  
من ١٢ ساعة والباقي يكون مساويا المقدار فضل الدائر واذا كانت الساعة  
المعلومة من بعد الزوال فقدرها مساويا لمقدار فضل الدائر ثم انه بواسطة  
عرض المكان وميل الشمس ومقدار زاوية فضل الدائر المعلومه يصير  
استخراج ارتفاع الشمس بالوجه الاتي وليبيان ذلك نفرض كما في شكل  
(٤٣) ان دائرة ا ح د هي دائرة نصف نهار المكان وخط ا ب  
افق الراصد وخط ه و محور العالم وخط ر ح خط الاستواء السماوي  
وفرضنا ان الشمس وقت الساعة ٨ و ٣٠ دقيقة كانت في نقطة ش ه ثم  
رسمنا دائرة ح ش د السموية ودائرة ه ش و دائرة الميل المارين  
بالشمس فيحدث مثلث ه ش و الكروي وفيه يوجد قوس ه ح  
يساوي لتمام العرض وقوس ه ش يساوي لتمام ميل الشمس وزاوية ه ح  
ش تساوي لزاوية فضل الدائر وحيث علم في المثلث المذكور الثلاثة اشياء  
المذكورة فيصير استخراج قوس ح ش المساوي لتمام الارتفاع ولذلك



| مطلوب فرق ميل الشمس  | مطلوب زمن فضل الدائر                          |
|----------------------|---|
| ١٨ ٣٥ ١٣             | ٨٨ ٣٠ ٠٠                                      |
| في ١٤ مايس           | ١٢ ٠٠ ٠٠                                      |
| ١٨ ٤٩ ٣٧             | ٣ ٣٠ ٠٠                                       |
| في ١٥ مايس           |   |
| ١٠٠ ١٤ ٢٤            |   |
| فرق ميل الشمس        |   |
| في ٢٤ ساعة           |   |
| ١١٣٠ ٤               | ١٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠                            |
| أسباب فلكي غروب      | انساب نصف القطر                               |
| ١٠ ٩٧ ٤١             | ٩ ٩٢ ٢٢ ٢٨                                    |
| انساب فرق ميل الشمس  | بنا عرض ٣١                                    |
| ١٢ ١٠ ٤٥             | درجة و ١ دقيقة                                |
| انساب طرف ثاني       | ٩ ٨٩ ٩٤ ٦٧                                    |
| ١٠ ٩٧ ٤١             | بنا الساعة ٣٠                                 |
| مطلوب ميل الشمس صحيح | ٣٠ دقيقة                                      |
| ١٨ ٣٥ ١٣             | ١٨ ٨٣ ١٦ ٩٥                                   |
| في ١٤ مايس           | مجموع الثاني                                  |
| ١٨ ٤٢ ١٨             | واثلاث  |
| ١٠ ٩٧ ٤١             | ١٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠ ٠٠                             |
| مطلوب ميل الشمس صحيح | بنا نصف القطر                                 |
| ١٨ ٤٢ ١٨             | ١٠ ٨٣ ١٦ ٩٥                                   |
| ١٠ ٩٧ ٤١             | بنا نظر                                       |
| ١٨ ٤٢ ١٨             | ٤٢ درجة و ٤٤ دقيقة و ٥٥ ثانية                 |
| ١٠ ٩٧ ٤١             |   |
| مطلوب القطعة هـ      |   |
| ١٨ ٤٢ ١٨             | ١٩ ٧١ ٤١ ٤٤                                   |
| ١٠ ٩٧ ٤١             | بنا القطعة هـ ل ٤٢ درجة و ٤٤ دقيقة و ٥٥ ثانية |
| ١٨ ٤٢ ١٨             | ٩ ٨٦ ٥٩ ١٦                                    |
| ١٠ ٩٧ ٤١             | بنا نظر بنو الطرح                             |
| ١٨ ٤٢ ١٨             | ٩ ٨٤ ٨٢ ٢٨                                    |
| ١٠ ٩٧ ٤١             |   |
| ١٨ ٤٢ ١٨             | ٤٥ ١٠ ٠٠                                      |
| ١٠ ٩٧ ٤١             | تمام ميل                                      |
| ١٨ ٤٢ ١٨             | ٧١ ٩٣ ٤٢                                      |
| ١٠ ٩٧ ٤١             | القطعة ل شـ                                   |
| ١٨ ٤٢ ١٨             | ٢٦ ٠٣ ٤٢                                      |



مطلوب تمام الارتفاع

٩٥٩٥٣٤٤٩ جتا قطعة ثانية ٢٦ درجة و ٣٠ دقائق و ٦ ثانية  
 ٩٢٨٦٥٩١٦ جتا عود ج ل ٤٢ درجة و ٤٤ دقيقة و ٥٥ ثانية  
 ١٩٣٦٥ ١٩٢٨١ جتا نظر =

٥ ٤٣ ٤٨ تمام ارتفاع  
 ٩٠ ٠٠ ٠٠

٤٥ ١٦ ٤١ ارتفاع الشمس في وقت الساعة ٣ و ٣٠ دقيقة  
 طريق آخر مطلوب قطعة أولى  
 ١٠٠٠٠٠٠٠ جتا نصف القطر

٩٧٨٤٤٤٧ جتا فضل الدائر الساعة ٣ و ٣٠ دقيقة  
 ١٠٤٦٨٧٠٠ ظا تمام ميل ٧١ درجة و ٣١ دقيقة و ٤٤ ثانية  
 ٢٠٢٥٣١٤٧ مجموع الثاني والثالث  
 ١٠٠٠٠٠٠٠٠

١٠٢٥٣١٤٧ ظا نظر =

٣٠ ١٠ ٢٩ قطعة أولى  
 ٣١ ١١ ٠٠ عرض المكان شمالى طرح  
 ٣٠ ١ ٢٠ قطعة ثانية

مطلوب ارتفاع الشمس

١٠٣١٢١٠١ قتا قطعة أولى ٢٩ درجة و ١٠ دقيقة و ٣٠ ثانية  
 ٩٩٩٩٧٢٩ جتا قطعة ثانية ٢٩ درجة و ١٠ دقيقة و ٣٠ ثانية  
 ٩٥٠٧٥٦٤ جتا تمام ميل ١٧ درجة و ١٣ دقيقة و ٤٤ ثانية  
 ٢٩٢٨١٩٣٩٤ مجموع الثلاثة  
 ٣٠٠٠٠٠٠٠

٩٢٨١٩٣٩٤ جتا ١٦ درجة و ١٦ دقيقة و ٥٥ ثانية ارتفاع الشمس

مثال ثاني

سنة ١٨٧٤ في يوم ٩ شهر نوفمبر عرض سكوندريه ٣١ درجة و ١١  
دقيقة شمالي والطول ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة والمطلوب ارتفاع الشمس  
في وقت الساعة ٢ و ٣ دقيقة بعد الزوال  
صورة العمل

مطلوب حساب فلكي غرنويج

يوم ٥٥

٠٠ ٠٢ ٣٠ ٠٩ حساب فلكي محل

٣٢ ٥٩ ٠١ ٠٠ زمن الطول شرق

٢٨ ٣٠ ٠٠ ٠٩ حساب فلكي غرنويج

مطلوب فرق ميل الشمس

٠ ٠ ٠

٣٢ ٥٤ ١٦ ميل الشمس في ٩ نوفمبر جنوب

٣٢ ١١ ١٧ شرحه في ١٠

٠٠ ١٧ ٠٠ فرق الميل في ٢٤ ساعة

١٢٤ ١٢٨ ١٢٦ انساب فلكي غرنويج

٨٢ ٢٤ ١٢٠ انساب فرق الميل

٦٠٦ ٧٠٦ ٢٢٧ انساب طرف ثاني ٢١ ثانية

مطلوب ميل الشمس صحيح

٠ ٠ ٠

٣٢ ٥٤ ١٦ ميل الشمس في ٩ نوفمبر

٢١ ٠٠ ٠٠ طرف ثاني

٥٣ ٥٤ ١٦ ميل صحيح جنوب

٠٠ ٠٠ ٠٠

٥٣ ٥٤ ١٠٦ تمام ميل

مطلوب عمود ج ل

..... ١٠ جانف القطر

٩٩٣٢٢٢٨ جتا عرض ٣١ درجة و ١١ دقيقة

٩٧٨٤٤٤٧ جا الساعة ٣ و ٣٠ دقيقة

٩٧١٦٦٧٥ من الجيب ٣١ درجة و ٢٣ دقيقة و ٣٠ ثانية

العمود ج ل

مطلوب القطعة ه ل

٩٧١٤١٤٤ جا عرض ٣١ درجة و ١١ دقيقة طرح

٩٩٣١٢٦٨ جتا ٣١ درجة و ٢٣ دقيقة و ٣٠ ثانية طرح

٩٧٨٢٨٧٦ جتا نظر

٥ - ٥

٣٠ ٣٩ ٥٢ قطعة أولى

٥٣ ٥٤ ١٠٦ تمام ايل

٢٣ ١٥ ٥٤ قطعة ثانية ل شه

مطلوب تمام الارتفاع

٩٩٣١٢٦٨ جتا ٣١ درجة و ٢٣ دقيقة و ٣٠ ثانية عمود ج ل

٩٧٦٦٥١١ جتا ٥٤ درجة و ١٥ دقيقة و ٢٣ ثانية قطعة ثانية

٩٧٦٩٧٧٧٩ جتا نظر

٥ - ٥

٣٠ ٥٥ ٦٥ تمام ارتفاع

٩٠ ٠٠ ٠٠

٣٠ ٥٤ ٢٩ ارتفاع الشمس وقت الساعة ٣ و ٣٠ دقيقة

تنبيهان

الاول اذا كان عرض المكان صفرا درجة وصغرا دقيقة اعني وجد الراسد

على خط الاستوا وكان المطلوب ارتفاع الشمس في أى ساعة من النهار قبل

الزوال أو بعده يؤخذ جيب تمام ميل الشمس ويضم على جيب تمام مقدار

الساعات المعلومة وينظر على الحاصل من خانة تمام الجيب ينتج مقدار

تمام الارتفاع فان في هذه الحالة يكون خط الاستواء منطبقا على خط أول  
 السحب ويكون في المثلث المتشكل من قوس تمام الارتفاع وميل الشمس  
 وعود المنازل من نقطة ح على دائرة الميل أشبه بالفانم الزاوية  
 جيب تمام انوتراعني تمام الارتفاع يساوي لمحصل ضرب جيب تمام ميل  
 الشمس في جيب تمام الجزء المحصور بين سمت الرأس ودائرة الميل وبالمثل  
 لارتفاع يقي يصير ضم جيب تمام ميل الشمس على جيب تمام الجزء  
 المذكور في زمن حصل الدائرة وينظر على المحصل من تمام الجيب  
 فيجد مقدار تمام الارتفاع ويطرحه من ٩٠ درجة ينتج مقدار الارتفاع  
 المطلوب

مثله

سنة ١٨٧٤ في يوم ٢ شهر مارس كان الرصد موجودا على خط الاستواء  
 وطول موقعة ١٠ درجت و ١٠ دقيقة غرب نصف النهار غروبها على  
 ٢٥ درجة ٤٠ من الساعة ٩ و ١٥ دقيقة قبل الزوال  
 والميل فضل الدائر

٠٠ ٠٠ ٠٠ قبل الزوال

١٢ ٠٠ ٠٠

٠٢ ٤٥ ٠٠ = فضل الدائر

١٠ ٥٩ ١٩ ميل الشمس بعد التصحيح

١٢٥ ١٧ ٩٠ جتا فضل الدائر ساعة ٢ و ٥٥ دقيقة

٢٠ ٧٢ ٩٠ جتا ميل الشمس ودرجة ٩٠ دقيقة و ١٠ ثانية

٤٤ ٤٩ ٨٩ درجة انظر

٤٥ ٢ ٤٥ = تمام ارتفاع

١٠ ٠٠ ٠٠

١٥ ٥٧ ٤٤ = ارتفاع الشمس



### التنبيه الثاني

إذا كان ميل الشمس مساوياً للصفر درجة أعنى أن الشمس على خط الاستواء  
فيثبت أن تكون المسافة الواقعة بين محل الشمس ودائرة نصف نهار المكان  
المأخوذ مقدارها من خط الاستواء تساوي مقدار ساعات فصل الدائر  
والقوس المحصور بين نهاية خط الاستواء وسمت الرأس بساوي لعرض  
المكان ويكون في المثلثات الشكل من تمام الارتفاع والعرض وقوس فصل  
الدائرة تمام ارتفاع = جتا فصل الدائر مضروباً في جتا عرض أعنى  
يضم جيب تمام فصل الدائر على جيب تمام العرض ويتقار على الحاصل من  
تمام الجيب يتبع مقدار تمام الارتفاع المطلوب

مثاله

سنة ١٨٧٤ في يوم ٣٠ شهر سبتمبر عرض المكان ٣٠ درجة و ١٠  
دقيقة شمالي والطول ٢٩ درجة و ٣٥ دقيقة شرقي نصف نهار غرينويج  
والمطلوب مقدار ارتفاع الشمس في الساعة ٢ بعد الزوال

صورة العمل

٩٠ ٣٢ ٢٢ ٢٨ جتا عرض ٣٠ درجة و ١٠ دقيقة

٩٠ ٩٢ ٧٥ ٣١ جتا فصل الدائر ٢ ساعة

٩٠ ٨٦ ٩٧ ٥٩ جتا انظر =

٩٠ ٨٠ ٣٠ = تمام ارتفاع

٩٠ ٨٠ ٣٠

٤٧ ٤٨ ٣٠ ارتفاع الشمس

الدعوى بالاشارة

١٠٢ في استخراج انحراف البوصلة وقت مرور الشمس من أول السموت  
الدائريان الماربان بنقطتي مشرق ومغرب الدنيا وانما زلا من عمدة على دائرة  
الافق يسميان دائرتي أول السموت ومنى صار مرور الشمس عليهما فان  
الشمس تكون في احد نقطتي مشرق ومغرب الدنيا ولذلك يؤخذ بالبوصلة  
اتجاه الشمس وقت مرورها على الدائرتين المذكورتين فيكون مقدار

الاتجاه المأخوذ مساويا بمقدار انحراف البوصلة لأن الاتجاه الذي يؤخذ  
 بالبوصلة يكون من مشرق أو مغرب البوصلة إلى مركز الشمس وحيث كانت  
 الشمس في مشرق ومغرب الدنيا فمقدار القوس المحصور بين مشرق ومغرب  
 الدنيا وبين مشرق ومغرب البوصلة هو مقدار الانحراف المطلوب والمعرفة  
 وقت مرور الشمس من دائرة السموت المذكوورة طريقتهان الأولى أن  
 يصير استخراج ارتفاع الشمس وقت مرورها على الدائرة المذكوورة  
 والثانية تكون بواسطة استخراج الوقت الذي تمر فيه الشمس من دائرة  
 السموت وليبين كيفية العمل بالطريقتين السابقتين بفرض كافي شكل  
 (٤٤) دائرة  $\alpha$  هي دائرة نصف نهار المكان ونقط  $\alpha$  ب لدائرة  
 الافق ونقط  $\alpha$  هو محور العالم ونقط  $\alpha$  خط الاستواء السماوي  
 ونقط  $\alpha$  هي المار بنقطة  $\alpha$  التي هي نقطة المشرق والمغرب خط أول  
 السموت والشمس وقت مرورها عليه كانت في نقطة  $\alpha$  ثم رسمنا  
 دائرة الميل  $\alpha$   $\alpha$  ودائرة  $\alpha$   $\alpha$  السموية المارين بالشمس في  
 تقاطع الدوائر المذكوورة يحدث مثلث  $\alpha$   $\alpha$   $\alpha$  المكروى وفيه يوجد  
 قوس  $\alpha$   $\alpha$  يساوي مقدار ميل الشمس وزاوية  $\alpha$   $\alpha$   $\alpha$  تساوي  
 مقدار العرض وزاوية  $\alpha$   $\alpha$   $\alpha$  قائمة وبهذه المثلثات الثلاثة  
 يصير استخراج مقدار القوس  $\alpha$   $\alpha$  الذي يساوي لارتفاع الشمس  
 وقت مرورها على دائرة السموت بهذا التناسب بزاوية  $\alpha$   $\alpha$   $\alpha$  :  
 جاقوس  $\alpha$   $\alpha$  :: جانصف القطر : جاقوس  $\alpha$   $\alpha$  المطلوب كما  
 سبق في القضية الثانية من علم المثلثات اعني جانصف العرض المكان : جامل  
 الشمس :: جانصف القطر : جامل  $\alpha$   $\alpha$  المطلوب ومن ذلك يحدث  
 جاقوس  $\alpha$   $\alpha$  = جامل الشمس  $\alpha$  جانصف القطر اعني يضم  
 جانصف العرض المكان

على جيب ميل الشمس جيب نصف القطر ويخرج من مجموعهما جيب  
 مقدار العرض وينظر على الباقي من الجيب ينتج مقدار ارتفاع الشمس  
 الصحيح ثم يصير نحو رية الى الارتفاع الذي يؤخذ بالسكستانت وذلك بعكس  
 العمية التي صير اجراءها في تصحيح الارتفاع وبعد ذلك ينتظر الراصد

كوكب الشمس ومتى وجد مقدار ارتفاعها مساويا لمقدار الارتفاع  
الذي صار تحويها فيئخذ بالبوصله اتجاه الشمس فيكون ذلك هو  
مقدار الانحراف ولاجل استخراج وقت مرور الشمس على دائرة أول  
السموت يقال في المثلث المذكور ظل تمام الزاوية المحادة شبه م ل  
يساوي ظل تمام الضلع ش ل المقابل لها في جيب الضلع م ل المقابل  
لزاوية المحادة الاخرى نتيجة (هـ) أو يضرب في جيب تمامه فينتج قوس  
ل ر الأخوذ من خط الاستواء أعني ظنا مقدار العرض مع تمام ميل  
الشمس في جتا ل ر المساوي لوقت مرور الشمس من على خط أول  
السموت من بعد الزوال وإذا طرح زمن القوس ل ر من ١٢ ساعة  
فيصير الباقي مساويا لزمن القوس ل ح وهو وقت مرور الشمس  
قبل الزوال

ومن شروط هذه الدعوى يلزم أن يكون جنس عرض المكان من جنس  
ميل الشمس لانهما اذا كانا مختلفي الجنس فلا يصير مرور الشمس الايلا  
ولا يمكن حينئذ اخذ اتجاه الشمس وان يكون مقدار عرض المكان أكثر  
من ميل الشمس لانه اذا كان ميل الشمس مساويا لمقدار العرض فيكون  
مدار الشمس اليومي مارا بقطبة سمعت الرأس وحينئذ لا تمر الشمس  
على خط أول السموت الا وقت الزوال وقد تقدم استخراج الانحراف  
وقت الزوال واذا كان ميل الشمس أكثر من مقدار العرض فلا يصير  
تلاقى الشمس بخط أول السموت وحينئذ لا يمكن استخراج انحراف  
البوصله بعمل الدعوى المذكورة

### مثال أول

سنة ١٨٧١ في يوم ٢٥ شهر نوفمبر عرض المكان ٣٦ درجة و ٢٥  
دقيقة جنوب والطول ٢٨ درجة غرب نصف النهار غروب وارتفاع  
السفينة ٢٠ قدما وكان اتجاه الشمس وقت مرورها من خط أول  
السموت ١٨ درجة مشرق جنوب والمطلوب مقدار ارتفاع الشمس وقت  
مرورها من أول السموت المذكور





مطلوب ميل الشمس صحيح

٠٩ ٣٢ ٢٠ ميل في ٢٤ شهر نومبر

٥٧ ١٠ ٠٠ طرف ثانی

٠٦ ٤٣ ٢٠ ميل صحيح جنوب

مطلوب ارتفاع الشمس وقت المرور

٩٧٧٣٥٣٣ جاعرض ٣٦ درجة و ٢٥ دقيقة

٩٥٨٦٩٣ جاعمل الشمس ٣٠ درجة و ٣٠ دقيقة و ٩ ثانی

١٠٠٠٠٠٠٠ جانصنما تظ

١٩٥٨٦٩٣ مجموع الثاني والثالث

٩٧٧٣٥٣٣ جاعرض

٩٧٧٥١٦٠ من الجيب

٣٠ ٣٤ ٣٦ ارتفاع الشمس الصحيح

مطلوب تحويل الارتفاع الى ارتفاع سكستان

٣ ٣٤ ٣٥ ارتفاع صحيح

١١ ٠ ٠ انعطاف شعاع

٢٤ ٠٤ ٠٠ ارتفاع سفينة

٥ ٤٠ ٣٦ المجموع

١٥ ١٦ ٠٠ نصف قطر طر ح

٥٠ ٢٣ ٣٦ ارتفاع السكستان محبا اسفل

مطلوب وقت مرور الشمس الصحيح

١٣ ١٣٢ ١٠ طتا عرض ٣٦ درجة و ٢٥ دقيقة

٧٧ ٢٢٢ ١٠ طتا ميل الشمس ٢٠ درجة و ٣٠ دقيقة

٩٧٠٩٨٣٦ جتا تظ بعد الطر ح

وقت المرور بعد الزوال ٠٣ ٥٦ ٣٨

١٢ ٠٠ ٠٠

وقت المرور قبل الزوال ٠٨ ٠٣ ٢٢

ولاجل معرفة جنس الانحراف ان كان شرقيا او غربيا يرسم دائرة أفق البوصلة ثم يرسم فيها خط الشمال والجنوب عمودا على خط المشرق والمغرب ثم يؤخذ مقدار الانحسار الذي هو ١٨ درجة من نقطة المشرق ويبعد الى جهة الجنوب ويصير وضع محل الشمس في نقطة شم فحينئذ تكون هذه النقطة هي نقطة مشرق الدنيا الحقيقي ونقطة المشرق المجدولة في الدائرة هي نقطة مشرق البوصلة وحيث وجد مشرق البوصلة جهة يسار مشرق الدنيا فيكون الانحراف غربيا

(مثال ثاني)

سنة ١٨٧١ في يوم ١٥ شهر يوليو عرض سكندرية ٣١ درجة و ١١ دقيقة شمالا والطول ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرقا نصف نهار غروب ارتفاع محل الراصد ٢٠ قدما والمطلوب وقت مرور الشمس من أول السموت ومقدار ارتفاعها

مطلوب وقت المرور تقريبا

٢٠ ٢١ ٨٠ ٨٤ ظلًا عرض ٣١ درجة و ١١ دقيقة نصف القطر

١٠ ٢٩ ٣٨ ظلًا ميل الشمس ٢١ درجة و ٤٣ دقيقة و ٣ ثانية

٩ ٨ ١٥ ١٤٦ بعد الطرح ينظر من تمام الجيب

وقت المرور بعد الزوال ٠٣ ١٦ ٤٩

مطلوب ميل الشمس في محل العمل

يوم ٠٣ ١٦ ٤٩

حساب فلكي محل ٠٣ ١٦ ٤٩

زمن الطول شرق ٠٠ ٠١ ٥٩ ٣٢

١٥ ٠١ ١٧ ١٧ فلكي غروب

مطلوب فرق الميل

|     |    |    |                          |
|-----|----|----|--------------------------|
| ٣٤  | ٣٤ | ٢١ | ميل ١٥ يوليو             |
| ٢٢  | ٢٥ | ٣١ | ميل ١٦ يوليو             |
| ١٢  | ٠٩ | ٠٠ | فرق ميل الشمس في ٢٤ ساعة |
| ١٨٧ | ٢٧ | ١  | انساب فلكي غرنويج        |
| ١٤٨ | ٢٩ | ١  | انساب فرق ميل            |
| ٣٣٥ | ٥٦ | ٢  | انساب طرف ثاني ٣٠ ثانية  |
|     |    |    | مطلوب ميل الشمس الصحيح   |

|       |    |    |  |
|-------|----|----|--|
| ٣٤    | ٣٤ | ٢١ | ميل في ١٥ يوليو                                |
| ٣٠    | ٠٠ | ٠٠ | طرف ثاني                                       |
| ٠٤    | ٣٥ | ٢١ | ميل صحيح شمالي                                 |
|       |    |    | مطلوب ارتفاع الشمس وقت المرور                  |
| ١٤٤   | ١٤ | ٩  | جا عرض ٣١ درجة و ١١ دقيقة                      |
| ٣٧٦   | ٥٦ | ٩  | جا ميل الشمس صحيح ٢١ درجة و ٣٥ دقيقة و ٤ ثواني |
| ٠٠٠٠٠ | ٠  | ١  | جا نصف القطر                                   |
| ٣٧٦   | ٥٦ | ٩  | مجموع الثاني والثالث                           |
| ١٤٤   | ١٤ | ٩  |  |
| ٢٣٢   | ٨٥ | ٩  | من الجيب                                       |

ارتفاع الشمس الصحيح  
مطلوب تحويل الارتفاع الصحيح الى ارتفاع سكرستان

|    |    |    |                      |
|----|----|----|----------------------|
| ٠٠ | ١٤ | ٤٥ | ارتفاع صحيح          |
| ٥٢ | ٠٠ | ٠٠ | انعطاف شعاع          |
| ٢٤ | ٠٤ | ٠٠ | ارتفاع سفينة ٢٠ قدما |
| ١٦ | ١٩ | ٤٥ | ارتفاع مركز          |

٤٦ ١٥ ٠٠ نصف قطار

٣٠ ٠٣ ٤٥ ارتفاع سكةستان محيط اسفل ومتى يصير ارتفاع الشمس مساويا لهذا المقدار يؤخذ اتجاه الشمس بالبوصله مثلا وجد ٦ درجات مغرب شمال فيكون ذلك هو مقدار الانحراف ويكون غريبا أو يصير انتظار الشمس بوقت المرور بساعة مضبوطة ومتى وجد لوقت المذكور يؤخذ اتجاه الشمس

تنبیه

إذا كانت الشمس على خط الاستواء أعني في يوم ٢١ مارت أو في يوم ٢٣ سبتمبر فينبغي عدم ميلها وتكون عند شروقها من الافق مارة بأول السموت ويكون مرورها من الدائرة المذكورة أيضا وقت غروبها في الافق وحينئذ يكون الاتجاه المأخوذ من البوصله هو مقدار الانحراف المطلوب ويمثل ذلك إذا كان محسوسا على خط الاستواء

### الدعوى الحادية عشر

١٠٣ في كيفية استخراج اصراف اليوم لوقت الساعة ستة افرنكي من المعلوم ان الزمن المذكور بين نصف الليل ونصف النهار يساوي مقدار ساعة وفي وقت الساعة ستة افرنكي توجد الشمس في منتصف الوقت المذكور ويكون الوقت الباقي لازوال يساوي لست ساعات أعني ان مقدار الزاوية القطبية التي هي زاوية فصل الدائرة تكون قائمة وحينئذ يصير استخراج مقدار زاوية السمتية الواقعة بين دائرة نصف نهار المكان ودائرة السموت المارة بالشمس يوم العمل وبواسطة مقدار الزاوية المذكورة واتجاه الشمس الذي يؤخذ وقت الساعة ستة يعلم مقدار الانحراف المطلوب هذا اذا كانت الساعة الموجودة مضبوطة فيصير اخذ الاتجاه المذكور وقت الساعة ستة على مقتضاها وأما اذا كانت الساعة ان كورة لا يصير اعتماد ضبطها فيلزم أن يصير استخراج مميزات ارتفاع الشمس الواقع في وقت الساعة ستة قبل الزوال أو بعده بالعمل الآتي وهو أنه اذا فرضنا كما في شكل (٤٥) دائرة أحـ الخ هي دائرة نصف



نهار المكان ونقطة ه محل القطب الشمالي ونقطة ح موقع سمت  
 الرأس ودائرة ج ز خط الاستواء السماوي وان الشمس وقت الساعة  
 ستة كانت في نقطة شه ثم من دائرة الميل ه شه ح ودائرة ح ش ل  
 السمعية المارين بمركز الشمس فيحدث مر تقاطعهما مع دائرة الافق ا ب  
 مثلث ش ل ح الكروي القائم الزاوية في نقطة ل ويكون فيه قوس  
 ش ح مساويا لمقدار ميل الشمس وزاوية ش ح ل تساوي مقدار  
 عرض المكان ويكون قوس ل ش يساوي مقدار ارتفاع الشمس  
 في وقت الساعة ستة المطلوب ولا استخراج مقداره فيصير بهذا المناسب جا  
 نصف قطر الشمس : جاقوس ش ح مقدار ميل الشمس :  
 جازاوية العرض ش ح ل : جاقوس ش ل المطلوب كما في القضية  
 الثانية في علم المثلثات اعني يضم جيب ميل الشمس ع لى جيب مقدار  
 العرض ويطرح من المجموع جيب نصف القطر ويطرعه على الباقي من  
 خانة الجيب فينتج مقدار ارتفاع الشمس الصحيح في وقت الساعة ستة قبل  
 الزوال او بعده ثم يصير نحو بل الارتفاع المذكور الى ارتفاع سكةستان كما  
 سبق ثم ينظر الراسد ارتفاع الشمس ومتى وجد موافقا لمقدار الارتفاع  
 الذي صار نحو بله فينبذ يؤخذ اتجاه الشمس من البوصلة ويحفظ وبعد  
 ذلك يصير استخراج الزاوية السمعية التي هي ه ح ش من المثلث ه ج ش  
 القائم الزاوية في نقطة ه بمقتضى النتيجة السادسة هكذا نلت الزاوية ه ج ش  
 ظنا ه ش  $\times$  جاقوس ه ج أو ظنا ه ج ش الزاوية السمعية ه  
 ظا ميل الشمس + جتا عرض المكان ومتى صار استخراج مقداره ه  
 ينظر الى جنس مقدار ه فان كان من جنس الاتجاه المأخوذ بالبوصلة  
 فيصير طرح احدهما من الاخر فينتج مقدار الانحراف المطلوب وان كان  
 مخالفا له يلزم طرحه من ١٨٠ درجة ليصير من جنس الاتجاه المأخوذ  
 وقد تقدم ذلك في الدعوى (٧) ويعلم جنس الانحراف كما في شكل (٤١)  
 ويشترط في ه هذه القضية ان يكون جنس عرض المكان من جنس ميل  
 الشمس لانهما متى كانا مختلفين في الجنس فيصير وقت شروق الشمس من  
 بعد الساعة ستة افرنكي وفي وقت الساعة ستة لا يوجد ذلك الشمس حتى

يؤخذ منها الاتجاه ومثل ذلك يكون وقت غروب الشمس من بعد الساعة  
سنة المذكورة

تنبه

إذا وجد الراصد على خط الاستواء فيكون وقت شروق الشمس موافقا  
للساعة ستة قبل الزوال وكذلك الساعة ستة بعد الزوال وقت  
غروب الشمس ومثل ذلك إذا كان ميل الشمس مساويا لصفدرجته  
وحينئذ يكون مقدار الزاوية له متية يساوي ٩٠ درجة والاتجاه الذي  
يؤخذ بالبوصله ويحسب من خط المشرق فيكون مقداره مساويا لمقدار  
انحراف البوصله المطلوب

مثال أول

سنة ١٨٧١ في يوم ٢٦ شهر ابريل عرض المكان ٣٨ درجة و ٤٤  
دقيقة والطول ٢٨ درجة و ٥٥ دقيقة غرب نصف نهار غروب  
وارتفاع مكان الراصد ٢٠ قدما والمطلوب مقدار ارتفاع الشمس في  
وقت الساعة ستة افرنكي قبل الزوال ومقدار الزاوية السمعية وانحراف  
البوصله  
صورة العمل

مطلوب تحويل الشمس الى محل العمل

== ٤٤ يوم

٠٠ ٠٠ ٠٠ ٢٦ حساب اعتيادي محل

٠٠ ٠٠ ٠٠ ١٢ ١٠ طرح يوم وضم ١٣ ساعة

٠٠ ٠٠ ٠٠ ١٨ ٢٠ حساب فلكي محل

٠٠ ٢٣ ٥٠ ٤٠ زمن طول غرب يضم

٠٠ ٢٢ ٣٥ ٢٥ حساب فلكي غروب

مطلوب فرق بين الشمس

== ٥

٠٠ ٠٨ ١٣ ٢٥ ميل الشمس في ابريل

٠٠ ٢٧ ١٣ شرحه في ٢٦ منه

٠٠ ١٩ ٢٩ فرق الميل في ٢٤ ساعة

٠٢٦٤٢ ر. انساب فلکی غرنویج  
 ٩٦٥٦١ ر. انساب فرق المیل  
 ٩٩٢٠٣ ر. انساب طرف ثانی ١٨ دقيقة و ٢ ثانیة

٠٨١٠ ر. ١٣ میل الشمس فی ٢٥ ابریل  
 ٠٠١٨٢٢ ر. طرف ثانی

٠٣٦٢٣٠ ر. ١٣ میل الشمس صحیح شمالی  
 مطلوب ارتفاع الشمس فی الساعة ٦  
 ٠٠٠٠٠٠ ر. جانصف القطر  
 ٩٣٦٢٣٢٩ ر. جا میل الشمس ١٣ درجة و ٢٤ دقيقة و ٣ ثانیة  
 ٩٧٩٦٥٢١ ر. جاعرض ٤٥ ٣٨  
 ٠١٦٢٨٦ ر. جانظر

٠٠ ٢٢ ٨ مقدار ارتفاع الشمس فی الساعة ٦  
 مطلوب تحويل الارتفاع الصحیح الى ارتفاع سکستان

٠٠ ٢٢ ٨ ارتفاع صحیح  
 ٠٠ ٢٢ ٨ انعطاف شعاع  
 ٠٠ ٢٢ ٤ ارتفاع سفينة  
 ٠٠ ٢٢ ٣٥ ارتفاع مرکز  
 ٠٠ ٢٢ ٥٥ نصف القطر

٠٠ ٢٢ ٤٠ ارتفاع الشمس محیط اسفل سکستان  
 مطلوب مقدار الزاوية السمعية

٠٣ ٨٩٢٠٣ ر. جناعرض ٣٨ درجة و ٥٥ دقيقة  
 ٠٢ ٣٧٨٤٠٢ ر. فلتا میل الشمس ١٣ درجة و ٢٦ دقيقة و ٢ ثانیة  
 ٠٤٣٢ ١٩٩٢٧٠ فلتانظر

٣٠ ٢٦ ٧٩ قوس زاوية العمودية شمال مشرق  
 ٨٧ ٠٠ ٠٠ اتجاه الشمس الأخذ وقت ٦ ساعة ستة شمال مشرق  
 ٠٧٣٣٣٣٠ انحراف البوصلة غربيا

(الدعوى الثانية عشر)

١٠٤ في كيفية استخراج أوقات الشفق

وقت شفق لعمامة يغيب متى كانت شمس منخفضة تحت سطح الافق  
 بقدر ١٨ درجة ويظهر شفق الصبح متى كانت الشمس منخفضة تحت  
 الافق بمقدار ١٩ درجة كما هو معلوم ومشتهر عند علماء هذا الفن  
 ووقت كل منهما وزمن القوس المأخوذ من خط الاستواء المحصور بين  
 دائرة نصف النهار والمكان ودائرة نصف النهار دائرة بالشمس وهي منخفضة  
 عن سطح افق بالمقدار المذكور فحينئذ وقت شفق الغروب. عكس ذلك  
 مساويا لزمان من وقت نصف النهار الى وقت مغيب شفق العشاء واما شفق  
 الصبح فهو مساوي للوقت الكائن بين نصف النهار ووقت ظهور  
 الشفق صباحا وذلك في اربعة اقسام القوس الواقع بين نقطة سمت الرأس  
 والشمس في ٤ درجات وداجم مع ٤٤ بمقدار ١٨ درجة الذي  
 يساوي انخفاض دائرة مقنطر شفق العشاء عن الافق فيصير الحاصل  
 مساويا ١٠٨ درجات وهو يساوي تمام ارتفاع الشمس وقت العشاء  
 وهذا القوس يكون مقابلا للزاوية القطبية لمحصورة بين دائرة نصف النهار  
 المذكور ودائرة الميل المارة بالشمس واستخراج مقدار الزاوية المذكورة  
 بصبر كما في شكل ٤٦ ويبان ان اذا مرنا لدائرة نصف النهار المكان  
 بحروف ا ح ب د وخط اول السموت بحرفي ه و ا ب لدائرة  
 الافق ه و محور العالم و ر ح خط الاستواء السماوي وفرضنا كما  
 في الشكل المذكور ميل الشمس شمالا وانها في نقطة شبه المنخفضة  
 تحت سطح الافق بمقدار ١٨ درجة ثم رسمنا دائرة ح ش ه السموية  
 ودائرة الميل المارين بالشمس فن تقاطع هاتين الدائرتين  
 مع دائرة نصف النهار المكان يحدث مثلث شبه ه ح ل الكروي وي-



يوجد ضلع هـ شبه يساوي ١٠٨ درجات وضلع هـ شبه يساوي لتمام  
ميل الشمس وضلع هـ هـ يساوي مقدار تمام العرض وحيث علم اضلاع  
المثلث الثلاث فيصير استخراج مقدار الزاوية هـ هـ شبه القطبية بالعمل  
المتقدم في قضية استخراج فضل الدائر وبعد ذلك يصير استخراج وقت  
غروب الشمس افرنكي وحيث كان هـ هذا الزمن مساويا لوقت من نصف  
النهار الى وقت غروب الشمس فينتهـ اذا طارح من زمن وقت الشفق  
المستخرج فيصير الباقي مساويا لوقت شفق العشاء بالساعات العربية وأما  
كيفية استخراج وقت شفق الصبح فيوضع تمام الارتفاع ١٠٩ درجات  
ثم يوضع تحت تمام العرض وتمام ميل الشمس ويصير اجراء العمل كما تقدم  
وايكن حيث كان من اللزوم تحويل ميل الشمس الى وقت شفق العشاء  
فيلازم تصحيح ميل الشمس وتحويله الى وقت شفق الصبح والى وقت شفق  
الصبح بأوقاتهما المستخرجة سابقا (منار أول)

سنة ١٨٧٤ في يوم ٩ شهر ابريل عرض سكندرية ٣١ درجة  
١١ دقيقة والطول ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرقا من  
غروب المطاوب وقت شفق العشاء ووقت شفق الصباح بالاقواب  
الافرنكية والاقوات الاسلامية (صورة العمل)

ميل الشمس يوم العمل شمالى

٤٠ ٤٢ ٥٧

٢٠ ١٧ ٨٢ تمام ميل

مطلوب وقت الغروب

١٠٨٠٨٤ ٢١٨ ٢٢ ٣١ خط عرض ٣١ درجة و ١١ دقيقة

١٧٠٧ ١٣١ ٩ ٢١ ٧ ٠ ٧ خط ميل الشمس ٠٧ درجة و ٤٢ دقيقة و ٤٠ ثانية

١٠٠٠٠٠٠ نصف النهار

٣١٧٠٧ ١٩١ مجموع الشان والمانث

١٠٨٠٨٤ ٢١٨ ٢٢

٠٨٢٩١٣ ١٢٣

١٢ ٤١ ٥٠ = شروق الشمس

٥٢ ٠٠ ٠٠

٤٨ ١٨ ٠٦ = وقت الغروب

مطلوب تمام العرض

١١ ٣١ عرض

٩٠ ٠٠

٤٩ ٥٨ تمام عرض

مطلوب وقت شفق العشاء

٥٠ ٥٠ ٥٠

٠٠ ٠٠ ٠٠ تمام ارتفاع

٠٠ ٤٩ ٥٨ تمام عرض

٠٠ ٣٩ ٤٧ تمام ميل

٢٠ ٠٦ ٢٤٩ الحاصل

١٠ ٣٣ ١٢٤ نصف الحاصل

٠٠ ٠٠ ١٠٨ تمام ارتفاع

١٠ ٢٣ ٠١٦ باقى محفوظ

١٨٥٥ ٤٤ ١٩ يكون

٩٢٧ ٧٣ ٩ جتانظر

٥٠ ٥٣ ٠٣ = نصف الزاوية

٥٠ ٥٣ ٠٣ مثله غم

١٠ ٤٦ ٠٧ وقت الشفق للساعات الافرنجية

مطلوب تحويل ميل الشمس الى وقت محل العمل

٩٠ ٥٤ يوم

١٠ ٤٦ ٠٧ وقت فلكي محل

|            |                            |           |                |
|------------|----------------------------|-----------|----------------|
| ٣٢ ٥٩ ٠١   | زمن الطول                  | ٠٠ ١٢ ٠٨  | تمام ميل       |
|            | شرق                        | ٢٤٩ ٠١ ٠٠ | الحاصل         |
| ٣٨ ٤٦ ٠٥   | وقت فلكي                   | ١٢٤ ٣٠ ٣  | نصف الحاصل     |
|            | غروب                       | ١٠٨ ٠٠ ٠  | تمام ارتفاع    |
| ٥ - -      |                            | ١٦ ٣٠ ٣٠  | بقي محفوظ      |
| ٤٠ ٤٢ ٠٧   | ميل الشمس في               | ٠٠ ٢٧٧٧٢  | تمام عرض       |
|            | ٩ أبريل                    | ٠٠ ٤٠٣٧   | تمام ميل       |
| ٥١ ٠٤ ٠٨   | نور في ١٥ منه              | ٩٩١٥٩٤٠   | بناصف الحاصل   |
| ١١ ٢٣ ٠٠   | فرق بين الشمس              | ٤٠٥٥٥٠٠   | بناصف محفوظ    |
|            | في ٢٤ ساعة                 | ٤٤١٢١٤    | المجموع        |
| ١٨٠٣ ٠٢ ٠٠ | انساب فلكي غروب            | ٩٧٢٠٦٥٧   | نصف المجموع من |
| ٩٠ ٩٢٥ ٠٠  | انساب فرق ميل              |           | تمام الجيب     |
| ٥٢ ٧٢٨ ٠٠  | انساب طرف ثاني             |           |                |
| ٥ - -      | مرعاني و ٢ ثانية           |           |                |
|            | مطلوب ميل الشمس صحيح       |           |                |
| ٤ - -      |                            |           |                |
| ٤٣ ٠٠ ٠٠   | ميل في ٩ أبريل             |           |                |
| ٥ ٠٠ ٠٠    | طرف ثاني                   |           |                |
| ٠٠ ٢٨ ٠٧   | ميل صحيح حاصل              |           |                |
| ٩٠ ٠٠ ٠٠   |                            |           |                |
| ٠٠ ١٢ ٠٨   | تمام ميل                   |           |                |
|            | مطلوب وقت شفق "ساعات" صحيح |           |                |
| ٥ - -      |                            |           |                |
| ٠٠ ٠٠ ٠٠   | تمام ارتفاع                | ٠٠ ٠٠ ٠٠  | تمام ارتفاع    |
| ٥٨ ٤٥ ٠٠   | تمام عرض                   | ٠٠ ٤٥ ٠٠  | تمام عرض       |

|    |    |     |               |
|----|----|-----|---------------|
| ٤١ | ٥٥ | ٠٣  | = نصف الزاوية |
| ٤١ | ٥٥ | ٠٣  | منها ضم       |
| ٢٢ | ٥١ | ٠٧  |               |
| ٠٠ | ٠٠ | ١٢  |               |
| ٣١ | ٠٤ | ٠٤  | وقت شفق لصبح  |
|    |    |     | افرنكي        |
| ١٢ | ٣٦ | ٠٥  | وقت الشروق    |
|    |    |     | ناقص ٥ دقائق  |
| ٥٠ | ٤٤ | ٠٩  | وقت شفق       |
|    |    |     | الصباح اسلامي |
| ٠٠ | ١٢ | ٠٨٣ | م             |
| ٠٠ | ٢٥ | ٢٥٠ | الحاصل        |
| ٢٠ | ٠٠ | ١٢٥ | نصف الحاصل    |
| ٠٠ | ٠٠ | ١٠٩ | تمام ارساخ    |
| ٢٠ | ٠٠ | ٠١٦ | افني محفوظ    |
| ١٢ | ٠٧ | ٠٧  | وقت تمام عرض  |
| ٣٧ | ٠٠ | ٠٤  | وقت تمام ميل  |
| ٠٠ | ٩١ | ٩١  | جانف الحاصل   |
| ٥٨ | ٤٤ | ٩٠  | با باقي محفوظ |
| ٨٧ | ٢٥ | ١٩  | الحاصل        |
| ٤٣ | ١٢ | ٧١  | نصف الحاصل    |
|    |    |     | من جيب تمام   |

مقال ثانی

سنة ٨ في روم ٢ اكبر بر عرض بحر روم ٥٠ درجة و  
 دقيقة ٤ و ثلثي ٢ و رؤوس مرقف يس و روم ٥٠ درجة  
 و ١٥ دقيقة و ١٢ ثانية شرق نصف مرقف و غروب و طلوع وقت  
 شفق العشر و وقت شفق الصبح افرنكي و شرقي

٢٧ ٢٦ ٠٧ ميل الشمس في ١٢ اكتوبر جنوب

٢٧ ٢٦ ٠٧ تمام ميل

الطلوع وقت الغروب تقريبا

١٧ ١٦ ٠٧ و ١٠ درجة و ٢ دقيقة و ثلثي

٥٣ ٥٧ ١٥ و ١٢ ميل شمس ٠٧ درجة و ٢٦ دقيقة و ٢ ثانية

٠٠ ٠٠ ٠٠ جانب القطر

٥٢ ١١ ٢٠



|                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| ٠٦ ٠٦ ٠٧ وقت شفق العشاء    | ١٠٢٣٧٩٧٧                  |
| بالساعات الافرنكي          | ٠٨٢٨٧٧٧٧٦ ج. انظار        |
| مطلوب تحويل ميل الشمس الى  | ٤٤ - =                    |
| وقت محل العمل              | ٤١ ٤٢ ٠٠ وقت الغروب       |
| ٤٤ - = يوم                 | دقريما                    |
| ٠٦ ٠٦ ٠٧ حساب              | ٠٠ ٠٥ ٠٠                  |
| ذالكى محل                  | ٤١ ٤٧ ٠٥ وقت الغروب       |
| ٠٠ ٠٥ ٠٢ زمن الطول         | انطامري                   |
| شرق                        | مطلوب وقت شفق العشاء      |
| ٠٦ ٠٥ ٠٠ حساب              | ٤ - =                     |
| ذالكى غروب                 | ٠٠ ٠٠ ١٠٨ تمام ارتفاع     |
| مطلوب فرق ميل              | ٠٦ ٥٧ ٠٥٩ تمام عرض        |
| ٤ - =                      | ٢٧ ٢٦ ٠٩٧ تمام ميل        |
| ٢٧ ٢٦ ٠٧ ميل ١٣ اكتوبر     | ٢٣ ٢٤ ٢٦ انحصار           |
| ٥٨ ٤٨ ٠٧ ميل ١٣ منه        | ١١ ٤٢ ١٣٢ نصف الحاصل      |
| ٣١ ٢٣ ٠٠ فرق الميل في ٢٤   | ٠٠ ٠٠ ١٠٨ تمام ارتفاع     |
| ساعة                       | ٤٠ ٢٠ ٠٢ بق محفوظ         |
| مطلوب طرف في               | ١٥ ٠٠ ٠٠ قتا تمام عرض     |
| نسبة ٢٤ ساعة : ٢٢ ثانية    | ٢٧٤ ٠٠ ٠٠ قتا تمام ميل    |
| ١٣ ثانية : ٥ ساعات         | ٠٨ ٢٢ ٨٦٦٠٨ جانصاف الحاصل |
| سه اوسمه ٤ دقائق و ٤ ثانية | ١٠٧ ٢٢ ٩٠٩ با باقى محفوظ  |
| مطلوب ميل صحيح             | ٢٠٢ ٥٥ ٩٢٥٠٢ الحاصل نصه   |
| ٤ - =                      | ٢٠٢ ٧٧ ٩٠٢ ج. انظار       |
| ٢٧ ٢٦ ٠٧ ميل الشمس في      | ٤٤ - =                    |
| ١٣ اكتوبر                  | ٠٣ ٢٣ ٠٢ نصف الراوية      |
| ٤٠ ٤٠ ٠٤ طرف ناي           | ٠٣ ٢٣ ٠٢ ضم منه           |

|                    |            |                   |
|--------------------|------------|-------------------|
| مطرب وقت شفق الصبح | ۰۷ ۳۱ ۰۷   | میل صحیح جنوب     |
| تمام ارتفاع        | ۰۰ ۰۰ ۰۰   |                   |
| تمام عرض           | ۰۵۹ ۵۷ ۰۶  | تمام میل          |
| تمام میل           | ۰۹۷ ۳۱ ۰۷  | عرب وقت نسفی صحیح |
| الحاصل             | ۲۶۵ ۲۹ ۰۳  |                   |
| نصف الحاصل         | ۱۳۲ ۴۴ ۳۱  | تمام ارتفاع       |
| تمام ارتفاع        | ۰۰ ۰۰ ۰۰   | تمام عرض          |
| باقی محفوظ         | ۰۲۴ ۱۴ ۳۱  | تمام میل          |
| قانونا عرض         | ۰۰۶۲۶۱۵    | الحاصل            |
| قانونا میل         | ۰۰۰۳۷۴۸    | نصف الحاصل        |
| جانف الحاصل        | ۰۰۸۶۳۴۱۲   | تمام ارتفاع       |
| جانبی محفوظ        | ۰۰۶۰۴۰۳    | باقی محفوظ        |
| الحاصل             | ۱۹۲۵۴۲۱۷۹  | قانونا عرض        |
| جنت نظر            | ۰۰۸۸۹۰۷۷۰۵ | قانونا میل        |
|                    |            | تمام عرض          |
|                    |            | تمام میل          |
|                    |            | عرب وقت نسفی صحیح |
|                    |            | الحاصل            |
|                    |            | جنت نظر           |
|                    |            |                   |
| وقت شفق            | ۰۴ ۴۶ ۱۶   | نصف بروج          |
| الصبح افرنگی       |            | ضمیمه             |
| وقت البرق          | ۰۶ ۱۲ ۱۹   | وقت شفق الخروب    |
| زاقص دنای          |            | افرنکی            |
| وقت شفق الصبح      | ۰۱ ۰۱ ۴۵   | وقت حروب          |
| الاسلامی           |            | وقت شفق العشاء    |
|                    |            | الاسلامی          |

(مثال ثالث)

سنة ١٨٧٤ في يوم ٥ شهر اغسطس عرض المكان ٥٥ درجة  
شمالي والطول ١٥ درجة شرق نصف نهار فريج والمطلوب وقت  
شفق العشاء ووقت شفق الصباح ومقدار طول الليل وطول النهار  
بالساعات الافرنجية والاسلامية

(صورة العمل)

|           |                       |
|-----------|-----------------------|
| ٢٢ ٤٨ ٠٧  | وقت الغروب            |
| ٢٢ ٤٨ ٠٧  | الظاهري               |
| ٢٢ ٤٨ ٠٧  | مثله ضم               |
| ٤٤ ٣٦ ١٥  | طول النهار            |
| ٣٨ ١٦ ٠٤  | وقت الشروق            |
| ٠٠ ٠٥ ٠٠  | مقدار الفرق           |
| ٣٨ ١١ ٠٤  | ما بين الشروق الظاهري |
| ٣٨ ١١ ٠٤  | والشروق من المركز     |
| ٣٨ ١١ ٠٤  | نصف الزاوية           |
| ٣٨ ١١ ٠٤  | مثله ضم               |
| ١٦ ٢٣ ٠٨  | طول ساعات الليل       |
| ٣٤ ٠١ ٣٤  | مطلوب وقت شفق العشاء  |
| ٠٠ ٠٠ ١٠٨ | تمام ارتفاع           |
| ٠٠ ٠٠ ٣٥  | تمام عرض              |
| ٣٤ ٠١ ٠٧٣ | تمام ميل              |
| ٣٤ ٠١ ٢١٦ | الحاصل                |
| ٤٧ ٠٠ ١٠٨ | نصف الحاصل            |
| ٠٠ ٠٠ ١٠٨ | تمام ارتفاع           |
| ٤٧ ٠٠ ٠٠  | باقي محفوظ            |

|          |                                 |
|----------|---------------------------------|
| ٢٦ ٥٨ ١٦ | ميل الشمس في ٥                  |
| ٢٦ ٥٨ ١٦ | شهر اغسطس                       |
| ٠٠ ٠٠ ٩٠ |                                 |
| ٣٤ ٠١ ٧٣ | تمام ميل                        |
| ٣٤ ٠١ ٧٣ | مطلوب وقت غروب الشمس            |
| ٢٧ ٢٢ ٨٤ | ظلتا عرض ٥٥ درجة                |
| ٦٦ ٤٨ ٩٤ | طاميل الشمس                     |
| ٠٠ ٠٠ ١٠ | جانصاف الفطر                    |
| ٦٦ ٤٨ ٩٤ | مجموع الثاني                    |
| ٦٦ ٤٨ ٩٤ | والثالث                         |
| ٢٧ ٢٢ ٨٤ | ظلتا عرض ٥٥                     |
| ٣٤ ٠١ ٧٣ | جتا انظر =                      |
| ٣٨ ١٦ ٠٤ | وقت شروق                        |
| ٣٨ ١٦ ٠٤ | الشمس افرنجي                    |
| ٠٠ ٠٠ ١٢ |                                 |
| ٢٢ ٤٣ ٠٧ | وقت غروب الشمس                  |
| ٠٠ ٠٠ ٠٠ | مقدار الفرق                     |
| ٢٢ ٤٣ ٠٧ | ما بين الغروب من المركز والغروب |
| ٢٢ ٤٣ ٠٧ | الظاهري                         |

|      |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| ١٤٠٩ | ٢٤ | ر  | ق  | ت  | م  | ع  | ر  | ض  |
| ١٩٣٤ | ٦  | ر  | ق  | ت  | م  | ع  | ر  | ض  |
| ١٧٥  | ١٧ | ٨  | ٩  | ٩  | ٩  | ٩  | ٩  | ٩  |
| ١٧٨٧ | ٨٧ | ٨٧ | ٨٧ | ٨٧ | ٨٧ | ٨٧ | ٨٧ | ٨٧ |
| ١٦   | ٥٧ | ٧٧ | ٧٧ | ٧٧ | ٧٧ | ٧٧ | ٧٧ | ٧٧ |
| ٨    | ٢٨ | ٨٨ | ٨٨ | ٨٨ | ٨٨ | ٨٨ | ٨٨ | ٨٨ |
| ٥٦   | ٥٦ | ٥٦ | ٥٦ | ٥٦ | ٥٦ | ٥٦ | ٥٦ | ٥٦ |
| ٣٢   | ٣٢ | ٣٢ | ٣٢ | ٣٢ | ٣٢ | ٣٢ | ٣٢ | ٣٢ |
| ١١   | ٥٣ | ٥٣ | ٥٣ | ٥٣ | ٥٣ | ٥٣ | ٥٣ | ٥٣ |
| ٠٧   | ٤٨ | ٤٨ | ٤٨ | ٤٨ | ٤٨ | ٤٨ | ٤٨ | ٤٨ |
| ٠٤   | ٠٤ | ٠٤ | ٠٤ | ٠٤ | ٠٤ | ٠٤ | ٠٤ | ٠٤ |
| ٠٤   | ٠٤ | ٠٤ | ٠٤ | ٠٤ | ٠٤ | ٠٤ | ٠٤ | ٠٤ |
| ٠٨   | ٠٩ | ٠٩ | ٠٩ | ٠٩ | ٠٩ | ٠٩ | ٠٩ | ٠٩ |
| ٠٨   | ٢٣ | ٢٣ | ٢٣ | ٢٣ | ٢٣ | ٢٣ | ٢٣ | ٢٣ |

١٣ ٥٢ : مدة ظلام الليل بين الشفقين

ومن هذا يعلم أنه لزيادة عرض الأماكن تزداد أوقات الشفق كما في المثال السابق وأنه في بعض الأماكن التي تزيد عرضها عن عرض ٥٥ درجة كما هو مذكور في هذا المثال فينعدم مقدار ظلام الليل بالكلية ويكون ظاهر شفق الصباح متصلاً بآخر وقت شفق العشاء

تنبيه

إذا كان ميل الشمس يوجد مساوياً بمقدار درجة في موضع تمامه في العمالة السابقة ٩٠ درجة وكذلك إذا وجد عرض المكان صغيراً فانه يوضع تمامه ٩٠ درجة وإذا انعدم مقدار العرض وميل الشمس فانه يصير تحويل ١٨ درجة التي هي مقدار انخفاض منقطة شفق الغروب عن ١٢ في الساعة والناتج يكون ساعة واحدة و١٢ دقيقة وهو مساوياً لوقت العشاء



مسائل للقمرين

(الاولى) ماه ومقدار عرض البلاد الشمالية التي يوجد فيها طول ساعات النهار ٢٢ ساعة وطول الليل ساعتين فقط وذلك في ٢٢ شهر يونيو سنة ١٨٧٤ (الجواب) أن يؤخذ نصف ساعات الليل فيوجد مقدار ساعة واحدة وهي تساوي لوقت شروق الشمس الا فرنكي كما تقدم في الدعوى الخامسة ثم يصير طرح ساعة واحدة من ٦ ساعات مقدار زمن شروق الشمس الحقيقية فيصير الباقي مساويا ٥ ساعات وهي مقدار زمن فرق المطالع وبتطبيق ذلك على شكل (٣٩) المذكور في الدعوى الخامسة نتجد في مثلث ش ل م الكروي القائم الزاوية ط ا عرض ٥ قطاميل الشمس X جا ٥ ساعات المساوية لزمن فرق المطالع اعني يضم ظل تمام ميل الشمس على جيب فرق المطالع ويطرح من المجموع جيب نصف القطر ويظهر على الباقي من الظل ينتج مقدار العرض

صورة العمل

١٠ ر ٣٦٢٦٤٩ قطاميل الشمس ٢٢ يونيو ٢٣ درجة و ٢٧ دقيقة و ١٨ ثانية  
٩ ر ٩٨٤٩٤٤ جا ٥ ساعات فرق المطالع

المجموع ٢٠ ر ٣٤٧٥٩٣

١٠ ر ٠٠٠٠٠٠

من الظل ١٠ ر ٣٤٧٥٩٣

عرض المكان المطلوب ٤٥ ٤٨ ٦٥

وعكس ذلك في الاماكن التي عرضها ٦٥ درجة و ٤٨ دقيقة و ٥٤ ثانية في جنوب خط الاستواء يكون في تمام مقدار طول الليل ٢٢ ساعة والنهار ساعتين فقط

الثانية

ماه ومقدار عرض البلاد التي يوجد فيها طول ساعات النهار ٢٤ ساعة ولا يوجد عندهم نيل وذلك في يوم ٢٢ شهر يونيو سنة ١٨٧٤

(الجواب) يقال حيث كانت ساعات الليل صفر ساعة فيكون وقت  
الشروق أيضا مثله والباقي من ست ساعات ستة و بتطبيق ذلك على ما تقدم  
يصبر

١٠ ر ٣٦٢٦٤٩ ميلة الشمس في ٢٢ يونيو ٢٣ درجة و ٢٧ دقيقة  
١٨ ثانية

١٠ ر ٠٠٠٠٠ جا ٦ ساعات

٣٠ ر ٣٦٢٦٤٩

١٠ ر ٠٠٠٠٠ جيب نصف القطر

١٠ ر ٣٦٢٦٤٩ من الظل ٦٦ درجة و ٣٢ دقيقة و ٤ ثانية  
ومن باب أولى الأماكن التي يوجد عرضها أكثر من ذلك

الدعوى الثالثة عشر

١٠٤ في بيان استخراج أوقات شروق وغروب القمر وأحوال كواكب  
السيارة اعلم ان معرفة أوقات طلوع القمر وغروبه نافعة في هذا الفن  
لان كل مسافر يستاق الى رؤية النور سواء كان بواسطة الشمس أو القمر  
خصوصا في الملاحة ومعاينة دهن شروق وغروب القمر مع رمية  
مد المياه وجزرها وطريق استخراج طلوع القمر وغروبه ان يؤخذ  
وقت مرور القمر من نصف النهار غروب في كتاب معرفة الأزمان  
ثم يصير منه الى وقت مروره من نصف النهار محل العمل وبعد ذلك يصبر  
استخراج ميل القمر في الوقت الموافق لوقت غروب القمر أو وقت طلوعه  
فاذا علم مقدار عرض المكان وميل القمر فيه بر استخراج قوس نصف  
النهار بالنسبة الى كورة في استخراج وقت شروق الشمس وغروبها  
وبعد استخراج قوس نصف النهار يصبر طرح مقداره من وقت مرور  
القمر فاذا لم يكن الخارج ضم على ساعات مرور القمر ١٢ ساعة ويجري  
الطرح والناتج يكون مساويا لوقت طلوع القمر واذا صار جمع وقت مرور  
القمر على قوس نصف النهار المذكور يصير المحاصل مساويا لوقت غروب  
القمر كما هو بالعمل الآتي

مثاله

سنة ١٨٧٤ في يوم ٢٥ شهر اكتوبر عرض المكان ٣٥ درجة  
 و ١١ دقيقة شمالي والطول ٢٩ درجة و ٣٥ دقيقة شرق نصف نهار  
 غروب المطالب وقت طلوع القمر و وقت غروب في اليوم المذكور  
 صورة العمل

٢٢ ١٢ مرور القمر في يوم ٢٥ اكتوبر  
 ٢٦ ١١ مرور في ٢٤ منه  
 ٥٦ ٠٠ فرق المرورين في ٢٤ ساعة

٢٢ ١٢ مرور القمر في ٢٥  
 ٤٠ ٠٤ ٠٠ طرف ثاني ما يخص زمن الطول من المروور  
 ٢٠ ١٧ ١٢ وقت مرور القمر من نصف نهار المكان  
 مطالب ميل القمر في يوم ١٥ اكتوبر

٤٣ ١٤ ١٣ ميل القمر المقابل ٢٤ يوما و ٢٢ ساعة كما هو مأخوذ من  
 كتاب معرفة الازمان

طالوب قوس نصف النهار  
 ١٠٢٣٧٩٧٧ ظنا عرض ٣١ درجة و ١١ دقيقة  
 ٩٢٣٧١٧٩٢ ظنا ميل القمر ١٣ درجة و ١٤ دقيقة و ٣٤ ثانية  
 ١٠٠٠٠٠٠٠ جانف القطر

١٩٢٣٧١٧٩٢ مجموع الثاني والثالث  
 ١٠٢٣٧٩٧٧ ظنا عرض  
 ٠٩٢٣٣٨١٥ جتا قطر

٤٣ ٢٨ ٠٠ قوس نصف الليل  
 ١٢ ٠٠ ٠٠

١٧ ٣١ ٠٦ قوس نصف النهار

| مطلوب وقت طلوع القمر    | مطلوب وقت غروب القمر |
|-------------------------|----------------------|
| ٢٠ ١٧ ١٣                | ٢٠ ١٧ ١٣             |
| من نصف النهار المكان    | وقت مرور القمر       |
| ١٧ ٣١ ٦                 | ١٧ ٣١ ٦              |
| قوس نصف النهار          | قوس نصف النهار       |
| ١٢ ٠٠ ٠٠                | ١٢ ٠٠ ٠٠             |
| طرح                     |                      |
| ٠٣ ٤٦ ٠٥                | ٠٦ ٤٨ ٣٧             |
| وقت طلوع                | وقت شروق             |
| القمر افرنكي            | الشمس                |
| ٠٠ ٢٥ ٦                 | ٠٠ ٢٥ ٠٦             |
| وقت شروق الشمس          |                      |
| ٠٣ ١١ ١٢                | ٠٣ ١٣ ١٣             |
| ٠٠ ٠٠ ١٢                | ٠٠ ٠٠ ١٢             |
| ٠٣ ١١ ٠٠                | ٠٣ ١٣ ٠١             |
| يصير طلوع القمر         | وقت غروب             |
| بعد الغروب بهذا المقدار | القمر                |

## (الدعوى الرابعة عشر)

١٠٦ في كيفية استخراج عرض المكان بواسطة نجمة القطب المشهورة  
 نجمة القطب الشمالي هي التي توجد في ذنب الدب الاصغر وقد يؤخذ  
 ارتفاعها بواسطة الاسكستان اذا كانت ظاهرة ثم يصير تحويل ذلك الارتفاع  
 الى ارتفاع صحيح وهو أن يطرح من مقدار الارتفاع المأخوذ حصة  
 ارتفاع مكان الراصد وكذلك مقدار انعطاف شعاع النجم والباقي من بعد  
 الطرح يحفظ ثم يصير استخراج مطالع مستقيم الشمس في يوم العمل ويصير  
 تصحيحه بواسطة ساعات طول المكان وبعد التصحيح يضم دائما على مقدار  
 الساعات التي جرى أخذ ارتفاع النجم فيها والحاصل يكون مساويا لمقدار  
 مطلع مستقيم النجم وقت نصف النهار فاذا علم ذلك فيؤخذ مقدار ساعاته  
 ويدخل بها في كتاب ميل الشمس المحرر سنويا في جدول عمدة ٥١٩ المحرر  
 فيها تصحيحات نجمة القطب والذي يوجد يؤخذ بعلامته الموجودة وبعد  
 ذلك يؤخذ من الجدول الذي بعده مقدار الساعات المذكورة ويقابل بها  
 مقدار الارتفاع الصحيح والذي ينتج يؤخذ ويوضع تحت الاول ثم يؤخذ



من الجدول الثالث اسم الشهر ومقدار الساعات المذ كورة والناتج يوضع تحت الثاني ثم يصير جمع الثلاثة مقادير ويتظر الى علامة الاول فان كانت للجمع فيصير جمع المقادير الثلاثة على مقدار الارتفاع الصحيح وان كانت للطرح فيصير طرح المجموع من مقدار الارتفاع المذ كورة والناتج يكون مساويا لمقدار عرض المكان مثال اول

سنة ١٨٧٤ في يوم ٢٠ شهر يوليو والسفينة كانت في شمال خط الاستواء وطول موقعها ٢٨ درجة و ٣٠ دقيقة شرق نصف نهار غروب وفي وقت الساعة ٨ و ٣٠ دقيقة افر نكية بعد الزوال أخذ ارتفاع نجمة القطب الشمالي ووجد ارتفاعها يساوي ٣٣ درجة و ٢٠ دقيقة و ٣٠ ثانية وارتفاع السفينة ٢٠ قدما والمطلوب عرض موقع السفينة

صورة العمل

| مطلوب طرف ثاني         | يوم                         | ع  | د  | ص  |
|------------------------|-----------------------------|----|----|----|
| ٤٥                     | حساب                        | ٢٠ | ٠٨ | ٣٠ |
| نسبة ٢٤ : ١٤ :: ٣٨ : ٦ | فلكي محل                    |    |    |    |
| ٣ : ٥٢ :: ٣ : ٥٢       | زمن الطول                   | ٠٠ | ٠١ | ٥٢ |
| و ٥٢ ثانية             | شرق                         |    |    |    |
| مطلوب مطلع مستقيم صحيح | حساب                        | ٣٠ | ٠٦ | ٣٨ |
| ٤٥                     | فلكي غروب                   |    |    |    |
| ٢٧ ٥٨ ٠٧               | مطلوب فرق مطلع مستقيم الشمس |    |    |    |
| الشمس في يوم ٢٠ يوليو  |                             |    |    |    |
| ٥٢ ٠٣ ٠٠               | مطلع مستقيم                 | ٠٧ | ٥٨ | ٢٧ |
| طرف ثاني               | الشمس في يوم ٢٠ يوليو       |    |    |    |
| ١٩ ٠٢ ٠٨               | شرح في ٢١ شهر               | ٠٨ | ٠٢ | ٢٧ |
| مطلع مستقيم            |                             |    |    |    |
| الشمس صحيح             | فرق المطالع                 | ٠٠ | ١٤ | ٠٠ |
| ساعة الارتفاع ٠٨ ٣٠    | في مدة ٢٤ ساعة              |    |    |    |
| ١٩ ٢٢ ١٦               |                             |    |    |    |
| مطلع مستقيم            |                             |    |    |    |
| نصف النهار             |                             |    |    |    |

مطلوب تصحيح ارتفاع نجمة القطب

|    |    |    |   |
|----|----|----|---|
| ٣٠ | ٢٠ | ٣٣ | ارتفاع مأخوذ  |
| ٢٤ | ٠٤ | ٠٠ | ارتفاع سفينة ٢٠ قدما  |
| ٠٦ | ١٦ | ٣٣ | ارتفاع ظاهري  |
| ٢٨ | ٠١ | ٠٠ | انطفاف شعاع نجم   |
| ٢٨ | ١٤ | ٣٣ | ارتفاع تصحيح نجمة القطب   |
| ١٥ | ٥٣ | ٠٠ | العدد المأخوذ من جدول تصحيح نجمة القطب المقابل الى ١٦ ساعة و ٣٠ دقيقة |
| ١٢ | ٠٠ | ٠٠ | العدد المقابل للساعات والارتفاع التصحيح                               |
| ٠٢ | ٠١ | ٠٠ | العدد المقابل للساعات وموجود تحت شهر يوليو                            |
| ٠٧ | ٥٩ | ٣٤ | عرض المكان شمالي  |

مثال ثاني

سنة ١٨٧٤ في يوم ٣٠ شهرا كتوبر السفينة كانت في شمال خط الاستواء وطول موقعها ٤٧ درجة و ٠٠ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج وفي وقت الساعة ٩ و ١٠ دقائق بعد الزوال جرى أخذ ارتفاع نجمة القطب فوجد ٤١ درجة و ١٥ دقيقة وارتفاع السفينة ٢٠ قدما والمطلوب عرض محل السفينة

صورة العمل

|    |    |    |    |                  |
|----|----|----|----|------------------|
| ٤٠ | ٥٨ | ٠٥ | ٣٠ | حساب فلكي محل    |
| ٢٠ | ١١ | ٠٣ | ٠٠ | زمن الطول شرق    |
| ٤٠ | ٥٨ | ٠٥ | ٣٠ | حساب فلكي غرنويج |

مطلوب تصحيح مطلع مستقيم الشمس

|    |    |    |                                    |
|----|----|----|------------------------------------|
| ١٥ | ١٨ | ١٤ | مطلع مستقيم الشمس في ٣٠ شهرا كتوبر |
| ٠٩ | ٢٢ | ١٤ | شرحه في ٣١ شهره                    |
| ٥٤ | ٠٣ | ٠٠ | فرق المطالع في مدة ٢٤ ساعة         |

| مطلوب طرف ثاني                | ٢٤ ٠٤ ٠٠ | ارتفاع سفينة ٢٠              |
|-------------------------------|----------|------------------------------|
| نسبة ٢٤ : ٣ : ٥٤ : ٥٩٥٥       | ٣٦ ٠١ ٠٠ | ارتفاع ظاهري                 |
| : شبه أو شبه = ٥٨ ثانية       | ٠٦ ٠١ ٠٠ | انعطاف شعاع النجم            |
| مطلوب مطالع مستقيم صحيح       | ٣٠ ٠٩ ٤١ | ارتفاع صحيح                  |
| ١٥ ١٨ ١٤ مطالع مستقيم في      | ٠١ ١٤ ٠١ | ناقص مأخوذ                   |
| ٣٠ أكتوبر                     |          | من الجدول الاول              |
| ٥٨ ٠٠ ٠٠ طرف ثاني             | ٠٩ ٠٠ ٠٠ | من الجدول الثاني             |
| ١٣ ١٩ ١٤ مطالع مستقيم         | ٣٣ ٠١ ٠٠ | من الجدول الثالث             |
| الشمس صحيح                    | ٤٣ ١٥ ٠١ | مجموع الثلاثة مقادير         |
| ٠٩ ١٠ ٠٠ ساعة الارتفاع        |          | يطرح من الارتفاع الصحيح      |
| دائما ضم                      | ٣٠ ٠٩ ٤١ | ارتفاع صحيح                  |
| ١٣ ٢٩ ٢٣ مطالع مستقيم         | ٤٣ ١٥ ٠١ | طرح                          |
| نصف النهار                    |          | ٤٧ ر ٣٩ ر ٣٩ عرض محل السفينة |
| مطلوب تصحيح ارتفاع نجمة القطب |          | شمال                         |
| ٠٠ ١٥ ٤١ ارتفاع مأخوذ         |          |                              |
| نجمي                          |          |                              |

### الدعوى الخامسة عشر

١٠٧ في كيفية استخراج العرض بواسطة ارتفاع الشمس الذي يؤخذ منها قبل الزوال أو بعده

حيث انه يصير في بعض الاحيان وجود حساب يمنع رؤية الشمس وقت الزوال و يلزم استخراج العرض فينتدئ يلزم أخذ ارتفاع الشمس بعد الزوال أو قبله و بواسطة هذا الارتفاع وميل الشمس المعلوم يصير استخراج مقدار العرض بالعمل الآتي وهو أن يصبر أو لا تحو يل ميل الشمس الى محل العمل و بعد ذلك يصير تصحيح الارتفاع المأخوذ ثم يوضع مقدار ٣٠ ٠١ ٣٠ وهو انساب مقدار نصف القطر المعتبر مقدار ٢٠ ٠٠ ٢٠

ثم يوضع تحت جيب تمام العرض المتحصل بواسطة البركبة وجيب تمام ميل الشمس وجيب نصف الجيب وجد اوله موجودة باللوغار يتم الاتية يترى استجد ثم يصير جمع الاربعه مقادير ويطرح من مقدار العدد الصحيح العشرات ويتقرر على الباقي من انساب العدد والعدد الذي ينتج يحفظ ثم يؤخذ جيب اعشارى السهام المقابل لتمام الارتفاع درجات ودقائق ثم يؤخذ منه العدد المقابل للدرج والثواني وبعدهما يطرح من المجموع العدد المحفوظ ويتقرر على الباقي من جيب اعشارى السهام والنتيجة بدون مساو والتمام ارتفاع الشمس فيوضع تحت ميل الشمس ويضم أو يطرح بحسب اتحاد جنسهما أو تخالفهما في الجنس

### مثال اول

سنة ١٨٧٤ في يوم ٢٥ شهر اغسطس عرض البركبة ٣٥ درجة و ٣٥ دقيقة شمالى والطول ٢٥ درجة و ٥٠ دقيقة شرق نصف النهار غروب ارتفاع السفينة ٣٥ قدما وفي الساعة ٩ و ٣٥ دقيقة و ٣٠ ثانية قبل الزوال وجرى أخذ ارتفاع الشمس من المحيط الاسفل فوجد ٤٨ درجة و ٤٦ دقيقة و ١٤ ثانية والمطلوب مقدار العرض الصحيح

### (صورة العمل)

|                     | ٤٤ | يوم |    |    |
|---------------------|----|-----|----|----|
| حساب اعتيادى محل    | ٢٥ | ٠٩  | ٣٥ | ٣٠ |
| طرح يوم وضم ١٢ ساعة | ٠١ | ١٢  | ٠٠ | ٠٠ |
| حساب فلكى محل       | ٢٤ | ٢١  | ٣٥ | ٣٠ |
| زمن الطول شرق       | ٠٠ | ٠١  | ٢٧ | ٢٠ |
| حساب فلكى غروب      | ٢٤ | ٢٠  | ٠٨ | ١٠ |
| مطلوب فرق ميل الشمس |    |     |    |    |

|    |    |    |                       |
|----|----|----|-----------------------|
| ٢٦ | ٠٥ | ١١ | ميل الشمس في ٢٤ اغسطس |
| ٤٨ | ٤٤ | ١٠ | شرجه في ٢٥            |



٢٣٥ ٠ ٩١ ٩ جتا عرض بركيته  
٣٥ درجة و ٣٥ دقيقة

٩٩٩٢٣٨ جتا ميل الشمس  
٨٩٨٢٨٧٦ جا نصف الجيب  
ساعتين و ٢٤ دقيقة و ٣ ثانية

٣٥١٨٦٣٧٩ لوعدد نظار  
١٥٣٦٠٠ محفوظ

٢٤٥٦٧٢ جيب اعشاري  
السهم المقابل ٤ درجة  
٢ من الدقائق  
المقابل ٤١ درجة  
و ٣٦ ثانية

٣٤٥٧٨٨

١٥٣٦٠٠ العدد المحفوظ

٠٩٢١٨٨ ينظر من جيب  
اعشاري السهم يوجد  
٠٩٢١٠٠ ٢٤ درجة و ٤٧  
دقيقة

٠٨٨ ٠ ٠ ٠ ويؤخذ من الجدول  
المذكور العدد المقابل له يوجد  
٤٤ ثانية

٢٤٤ ر ٤٧ ر ٢٤ تمام ارتفاع  
الشمس جهة سمت الجنوب  
٠٧ ر ٤٨ ر ١٥ ميل الشمس  
شمالي

٣٥ ٣٥ ٥١ عرض المكان  
شمالي

٢٠ ٣٨ ٠٠ فرق ميل في ٢٤  
ساعة

٠٧٦٣٠ ر. أنساب فلـكي غروب  
٠٩٤٠٧٠ ر. أنساب فرق ميل  
٠١٧٠٠ ر. أنساب طرف ثاني  
١٧ دقيقة و ١٩ ثانية

مطلوب ميل الشمس صحيح

١١ ٠٥ ٢٦ ميل الشمس في  
٢٤ اغسطوس  
١٩ ١٧ ٠٠ طرف ثاني  
٠٧ ٤٨ ١٠ ميل صحيح شمالي

مطلوب ارتفاع صحيح

٤١ ٤٦ ٤٨ ارتفاع مأخوذ  
محيط أسفل  
٥٢ ١٥ ٠٠ نصف قطر  
٢٣ ٠٢ ٤٩ ارتفاع مركز  
٢٤ ٠٤ ٠٠ ارتفاع سفينة  
٢٠ قدما

٠٩ ٥٨ ٤٨ ارتفاع ظاهري  
٤٥ ٠٠ ٠٠ انعطاف شعاع  
٢٤ ٥٧ ٤٨ ارتفاع صحيح  
٩٠ ٠٠ ٠٠

٣٦ ٠٢ ٤١ تمام ارتفاع  
٠٣٠ ١٠٣٠ ٦ لوعدد ثابت

### طريق آخر في استخراج العرض

يؤخذ قاطع عرض بركبة للدرج والدقائق ثم يؤخذ قاطع مقدار ميل الشمس ويجمع الثاني على الاول وحاصلهما يسمى باللوغار يتم الثابت ثم يؤخذ جيب اعشاري الارتفاع الصحيح وبعد ذلك يؤخذ أنساب ساعات فضل الدائر من جداول الاعداد المتصاعدة الذي يسمى رسنج ويوضع تحت اللوغاريتم الثابت المستخرج من مجموع قاطع العرض وقاطع الميل ويطرح من أنساب رسنج المذكور ثم يبحث عن الباقي من أنساب العدد والعدد الصحيح الذي ينتج يضم على مقدار جيب اعشاري الارتفاع الصحيح ثم ينظر على المجموع من جداول الجيوب الاعشارية والذي ينتج موافقا لها من الدرج والدقائق يكون مساويا لمقدار ارتفاع الشمس وقت الزوال فيطرح من ٩٠ درجة فينتج تمام الارتفاع ثم يوضع تحت ميل الشمس ويضم حيث ان جنسه شمالي والحاصل يكون مساويا لمقدار عرض المكان المطلوب

### صورة العمل

٠.٨٩٧٦٥ قاطع عرض بركبة ٣٥ درجة و ٣٥ دقيقة  
 ٠.٠٧٧٦٣ قاطع ميل الشمس ١٠ درجات و ٤٨ دقيقة و ٧ ثواني  
 دائما ضم  
 ٠.٩٧٥٢٧ لوغار يتم ثابت  
 ٤.٢٨٣٩١٠ لوغار يتم رسنج الموافق للساعة ٢ و ٤٨ دقيقة و ٣٠ ثانية  
 ٤.١٨٦٣٨٣ دائما يطرح لوغار يتم ثابت من لوغار يتم رسنج وينتج على  
 الباقي من أنساب العدد ينتج

١٥٣ ٦٠٠ عدد صحيح

مطلوب ارتفاع الشمس وقت الزوال صحيح

١٣٧ ٧٥٤ جيب اعشاري المقابل لمقدار الارتفاع الصحيح الذي هو  
 ٤٨ درجة و ٧٥ دقيقة و ٢ ثانية يضم دائما

٩.٧٧٣٧ يتظر من جدول جيب اعشاري ينتج ٦٥ درجة و ٢١ دقيقة

مطلوب مقدار عرض المكان

٠ ٠ ٠  
١٢ ٦٥ غاية ارتفاع الشمس  
٩٠ ٠٠ ٠٠

٢٤ ٤٨ ٠٠ تمام ارتفاع

١٠٨٨٠٧ ميل الشمس شمالي

٣٥ ٣٦ ٠٧ عرض المكان شمالي

وأقول في هذا إذا رمزنا بحروف  $\alpha$  و  $\beta$  لدائرة نصف النهار المكان كما  
في شكل (٤٣) وان خط  $\alpha\beta$  أفق الراصد وخط  $\gamma\delta$  أول السموت  
ونخط هو محور العالم ونخط  $\alpha\gamma$  خط الاستواء للمساوي وفرضنا  
ان الشمس وقت الارتفاع المأخوذ منها في نقطة  $\theta$  ثم رسمنا دائرة  
الميل  $\theta\theta'$  وكذا دائرة  $\theta\theta''$  السموية المارين بالشمس فيحدث  
من تقاطع الدائرتين المذكورتين مع دائرة نصف النهار مثلث  $\theta\theta'\theta''$   
الزوايا المسائل الزاوية وفيه يوجد زاوية  $\theta$  تساوي مقدار  
فضل الدائر وضلع  $\theta\theta''$  يساوي مقدار تمام ميل الشمس وضلع  $\theta\theta'$   
يساوي مقدار تمام العرض

واذا انزلنا من نقطة  $\theta$  عمود  $\theta\lambda$  على دائرة نصف النهار فيحدث  
منه  $\theta\lambda$  هو  $\theta\lambda$  (ر)  $\theta\lambda$  القاطني الزاوية في نقطة  $\lambda$  ثم يصير  
في المثلث الأول نسبة جانصاف القطر : جيب الضلع المقابل لها  $\theta\theta'$   
::  $\theta\lambda$  ساعات فضل الدائر :  $\theta\lambda$  خط  $\lambda$   $\theta\lambda$  العمود أو جانصاف  
القطر : جتا ميل الشمس ::  $\theta\lambda$  ساعات فضل الدائر :  
 $\theta\lambda$  (نصفية ثانية من علم المثلثات) وبه تحويل ذلك الى عمل  
لوغاريتمي يضم جيب تمام ميل الشمس على جيب ساعات فضل الدائر  
ويطرح من الحاصل مقدار جيب نصف القطر وينظر على الباقي من خانة  
الجيب فينتج مقدار العمود  $\theta\lambda$  وأيضا في المثلث المذكور جيب تمام  
الوتر يساوي حاصل ضرب تمام جيب الضلعين الآخرين هكذا جتا  $\theta\theta'$   
جتا  $\theta\lambda$   $\theta\lambda$  جتا  $\theta\theta''$  اعني حاصل الشمس يساوي جيب تمام مقدار

العمود في جيب تمام هو ل القطعة الكبرى أو يطرح جيب تمام العمود  
من جيب ميل الشمس بعد ضم نصف القطر عليه ويتطر على الباقي من جيب  
التمام فينتج مقدار القطعة هو ل ثم يصير في المثلث حل شه أيضا جتا شه  
أعني تمام الارتفاع جتا شه ل مقدار العمود في جتا القطعة هو ل أو  
يطرح جيب تمام مقدار العمود من جيب ارتفاع الشمس بعد ضم نصف  
القطر عليه ويتطر على الباقي من تمام الجيب فينتج مقدار القطعة هو ل  
الصغرى وإذا طرحتا مقدارها من مقدار هو ل القطعة الكبرى فيصير  
الباقي مساويا لقوس هو ل المساوي لتمام العرض ومعنى علم تمام العرض  
يعلم ضرورة مقدار العرض المطلوب

### صورة العمل

|               |   |
|---------------|---|
| ..... ر ١     | جانصاف القطر                                    |
| ٩٩٢٢٣٨ ر ٩    | جتا ميل الشمس ١٥ درجات و ٨ دقيقة و ٧ ثواني      |
| ٩٧٧٠٥٢ ر ٩    | جانفضل الدائر ساعة ٢ و ٢٤ دقيقة و ٣٠ ثانية      |
| ١٩٧٦٢٧٠٨ ر ١٩ | مجموع الثاني والثالث                            |
| ..... ر ١٠    | جانصاف القطر                                    |
| ٠٩٧٦٢٧٠٨ ر ٠٩ | جانظر ٣٥ درجة و ٢٣ دقيقة و ١٥ ثانية = شه ل      |
|               | مطلوب هو ل القطعة الكبرى                        |
| ٩٢٧٢٧٢٦ ر ٩   | جانميل الشمس                                    |
| ٩٩١١٢٩٣ ر ٩   | جتا ٢٥ درجة و ٢٣ دقيقة و ١٥ مقدار العمود        |
| ٩٣٦١٤٣٣ ر ٩   | باقي الطرح جتا نظر ٧٦ درجة و ٢٤ دقيقة و ٥ ثانية |
|               | مطلوب هو ل قطعة صغرى                            |
| ٨٧٧٥٠٥ ر ٩    | جانارتفاع الشمس ٤٨ درجة و ٧ دقيقة و ٢ ثانية     |
| ٩٩١١٢٩٣ ر ٩   | جتا ٣٥ درجة و ٢٣ دقيقة و ٣٠ ثانية               |
| ٩٩٦٦٢١٢ ر ٩   | جتا نظر   |

٣٠ ١٨ ٢٢ = قطعة صغرى



٤٥ ٤٢ ٧٦ قطعة كبرى حول  
٣٠ ١٨ ٣٢ قطعة صغيرة حول  
١٥ ٢٤ ٥٤ تمام العرض  
٠٠ ٠٠ ٩٠

٤٥ ٣٥ ٣٥ عرض المكان شمالى  
مثال ثانى

سنة ١٨٧١ فى يوم ١٠ مارت عرض بركيته ٤١ درجة والطول  
٢٢ درجة و ٣٠ دقيقة غرب غرنويج ارتفاع سفينة ٢٠ قدما  
وفى ١٠ ساعات و ٣٠ دقيقة و ٣٠ ثانية قبل الزوال كان ارتفاع الشمس  
محيط اسفل ٢٩ درجة و ٢٣ دقيقة والمطلوب عرض المكان

٠٠ ٣٠ ٣٠ انساب غرنويج  
٠٠ ٨٨ ٤٨٢ انساب الفرق  
٠٠ ٨٨ ٧٨٥ انساب طرف ثانى  
٢٣ دقيقة و ١٨ ثانية

٠٠ ٣٢ ٥٩ ميل ٩  
٠٠ ٢٣ ١٨ طرف ثانى  
٠٠ ٩ ٤١ ميل صحيح جنوب  
مطلوب ارتفاع صحيح

٠٠ ٢٣ ٣٩ ارتفاع محيط اسفل  
٠٠ ١٦ ٠٨ نصف القطر  
٠٠ ٣٩ ٣٩ ارتفاع مركز  
٠٠ ٠٤ ٢٤ ارتفاع سفينة  
٢٩ ٣٤ ٤٤ ارتفاع ظاهرى  
٠٠ ٠١ ٠٣ انعطاف شعاع  
٢٩ ٣٣ ٤١ ارتفاع صحيح

٠٠ ٢٠ ٣٠ حساب  
اعتباده محل  
٠٠ ١٢ ١٠ مارت يوم  
و ضم ١٢ ساعة  
٠٠ ٢٢ ٣٠ حساب فلكى  
محل  
٠٠ ٢٩ ٢٠ زمن الطول  
غرب  
٠٠ ٢٣ ٤٩ حساب فلكى  
غرنويج

٠٠ ٣٢ ٥٩ ميل ٩ مارت  
٠٠ ٠٩ ٣١ ميل ١٠ منه  
٠٠ ٢٢ ٢٨ فرق ميل فى ٢٤  
ساعة

العمل بالقاء الاولى

٧١.٠٠٠.٠٠٠ المقابل لخصه الثواني

٣٦٣.٩٥

٠.٦٩٨٣٠ عدد محفوظ

٢٩٣٢٦٠ يتقار من جيب السهام

يتبع ٤١ درجة و ١ دقيقة والعدد

الباقى مقابلا ٨٤ ثانية

٣٩٣.٩٥

٠.٠٠.١٦٦ الباقى

٥ -

٤٨ ٠.١ ٤٥ تمام ارتفاع

٤١ ٠.٩ ٠.٤ ميل جنوب

٥٣ ٠.٥ ٤٠ عرض شمالى

مثال ثنى

سنة ١٨٧٤ فى يوم ٢٥ شهر نومبر كان مقدار العرض المتحصل من حساب

البركيتة ٣٣ درجة و ٤٠ دقيقة شمال الى وطول ميل السفينة ٢٥

درجة و ٥٠ دقيقة شرق نصف نهى غر فويج و از ارتفاع السفينة ٢٠ قدما

وفى وقت الساعة ٩ و ٢٥ دقيقة و ٣ ثانية صار اخذ ارتفاع الشمس من

المحيط الاسفل فوجد ٢٤ درجة و ٤ دقائق و ٤٠ ثانية والمطلوب عرض

موقع السفينة الصحيح

صورة العمل

٥٤ - يوم

٣٠ ٢٥ ٣٩ ز ٣٩٠ حساب اعتيادى محل

١٢ ١٢

٢٤ ٢١ ٢٥ ٢٣ - حساب فلكى محل

٢٠ ٢٤ ٣١ ز ٠٠ زمن الطول شرق

١٠ ٢١ ٢٤ ٢٤ - حساب فلكى غر فويج

|                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| ١٥ ١٦ ٠٠ نصف نظر             | مطلوب فرق ميل الشمس      |
| ٠٦ ٢ ٢٤ ارتفاع مركز          | ٠ ٠ ٠                    |
| ٢٤ ٠٤ ٠٠ ارتفاع سفينة ٣٠     | ٢٠٣٥٣٤ ميل الشمس في      |
| قدما                         | ٢٤ نومبر                 |
| ٣٢ ١٦ ٢٤ ارتفاع ظاهري        | ٢٠٣٤٧٢٢٨ شرحه في ٢٥      |
| ٠٢ ٠٢ ٠٠ انعطاف شعاع         | ٠٤ ١١ ٠٠ فرق الميل في ٢٤ |
| ٣٠ ١٤ ٢٤ ارتفاع صحيح         | ساعة                     |
| مطلوب مقدار العمود شبه ل     | ٠٨٥٧٥ انساب فلكي غرنويج  |
| ١٠٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر        | ١١٧٩٧٣ انساب فرق ميل     |
| ٩٣٧٠٨٦٢ جتا ميل الشمس        | ١٢٦٥٤٨ انساب طرف ثاني    |
| ٩٧٩٥٣٣٨ جافضل الدائر         | ٩ دقائق و ٦ ثانية        |
| ١٩٧٦٦٢٠٠                     | مطلوب ميل الشمس الصحيح   |
| ١٠٠٠٠٠٠٠                     | ٠ ٠ ٠                    |
| ٠٩٧٦٦٢٠٠ يتظر من الجيب       | ٢٠٣٥٣٤ ميل الشمس في      |
| ٠ ٠ ٠                        | ٢٥ نومبر                 |
| ٤٥ ٤٢ ٣٥ كالعמוד شبه ل       | ٩٤٦ طرف ثاني             |
| مطلوب قطعة كبرى هل           | ٢٠٣٤٥٣٠ ميل صحيح جنوب    |
| ٩٤٤٣ ٩٤٥٢ ٩٠ جا ميل الشمس    | مطلوب فضل الدائر         |
| ٠ ٠ ٠                        | ٤٥ ٠ ٠                   |
| ٢٠ ٤٥ ٢٠                     | ٣٠ ٢٥ ٠٩ ساعات الارتفاع  |
| ٩٣٣ ٩٥٣٣ ٩٠ جتا عمود شبه ل   | ٠٠ ٠٠ ١٢                 |
| ٣٠ ٤٢ ٤٥                     | ٣٠ ٣٤ ٢ فضل الدائر       |
| ٩١٠ ٩٢٣ ٩٠ بعد الطرح يتظر من | مطلوب تصحيح الارتفاع     |
| تمام الجيب                   | ٠ ٠ ٠                    |
| ٠ ٠ ٠                        | ٤١ ٤ ٢٤ ارتفاع مأخوذ     |
| ٣٠ ٠٧ ٦٤ وحيث ان القطعة      | محيط أسفل                |
| هل اكبر من ٩٠ درجة           |                          |

١٨٠. ٠٠ ٠٠ في طرح الناتج من ١٨٠ درجة

١١٥ ٠ ٣٠ = قطعة كبرى ه ل

طوب قطعة صغرى ح ل

٩ ١١ ٣٤ ٠ ٤ ج ارتفاع صحيح ٢٤ درجة و ١٤ دقيقة و ٣٠ ثانية

٩ ١٠ ٩ ٣٣ جتا مقدار العمود ٣٥ درجة و ٢٤ دقيقة و ٥٠ ثانية

٩ ٧ ٠ ٣٨ ٧١ بعد طرح ينظر من جيب تمام

٥ -

٥ ٩ ٣٧ ٣٠ = قطعة صغرى ح ل

١١٥ ٥٢ ٣٠ = قطعة كبرى ه ل

٥ ٦ ١ ٥ ١ ٠٠ طرح احدهما من الآخر والناتج يساوى تمام العرض

٩٠ ٠ ٠ ٠ ٠

٣٣ ٤٥ ٠٠ = عرض المكان شمالى

تنبيه

اذا كان ميل الشمس صفر درجة وصفر دقيقة فيكون مقدار القطعة الكبرى يساوى ٩٠ درجة وحينئذ يكون مقدار القطعة الصغرى مساويا لمقدار العرض والعمود والنازل من موقع الشمس على دائرة نصف النهار المكان يكون هو مقدار الزاوية القطبية وبذلك يؤخذ جيب تمام فضل الدائر بعد تحويله الى درج و يؤخذ تمام حبيبه و يطرح من جيب الارتفاع وينظر على الباقي من خانة تمام الجيب والناتج يكون مساويا لمقدار عرض المكان الدعوى السادسة عشر

١٠٨ فى بيان استخراج عرض المكان بواسطة ارتفاعين يؤخذ ان من الشمس كيفية استخراج العرض تكون بواسطة ارتفاعين يؤخذ ان من الشمس في وقتين مختلفين احدهما يكون بعد الثاني بزمان اقل من خمس ساعات واكثر من ٤٥ دقيقة ويؤخذ الارتفاعان المذكوران في مكان واحد بساعة مضبوطة سواء كن وقت الارتفاعين من قبل الزوال أو بعده أو يكون احدهما قبل الزوال والثاني بعد الزوال ثم يصير صحيح ميل



الشمس ونحوه الى كل وقت يؤخذ فيه الارتفاع ثم يصير صحيح مقدار  
الارتفاعين كما تقدم بعد ذلك يؤخذ انساب قاطع عرض البركة وقاطع  
ميل الشمس الصحيح و يصير جمعهما والحاصل يسمى باللوغار يتم الثابت ثم  
يؤخذ جيب اعشاري لدرج ودقائق الارتفاع الاول وكذلك لدرج ودقائق  
الارتفاع الثاني ويطرح اصغرهما من الاكبر ثم يصير استخراج زمن المسافة  
الواقعة بين وقتي الارتفاعين المأخوذين وينظر الى وقتها فان كانا من قبل  
الزوال أو بعده فيطرح احدهما من الثاني وان كان احدهما قبل  
الزوال والثاني من بعد الزوال فيلزم ضم ١٢ ساعة على الساعة المنظورة  
بعد الزوال ثم يصير طرح الاول من الثاني والنتيجة تكون هو مقدار الزمن  
الساكن بين الوقتين المذكورين فيؤخذ نصفه و يسمى نصف المسافة وبعد  
ذلك يؤخذ انساب الاعداد لتفاضل الجيوب الاعشارية المأخوذة من جداول  
الارتفاعين ثم يؤخذ انساب ساعات نصف المسافة المحررة في جداول  
اللوغار يتم العربي ثم يصير جمع مقادير الثلاثة حواصل وهي اعداد اللوغاريتم  
الثابت وانساب تفاضل الجيوب الاعشارية واعداد نصف المسافة وينظر  
الى الحاصل من جداول الزمن المتوسط الموجود باللوغار يتم المذكور  
والنتيجة من الساعات والدقائق يصير وضعه تحت زمن نصف المسافة  
ويطرح احدهما من الثاني والنتيجة يكون هو تقديم الساعة أو تأخيرها فان  
كان زمن نصف المسافة اقل من الزمن الناتج من جداول الزمن المتوسط  
فالنتيجة يكون مقدار تأخير الساعة وعكس ذلك يكون تقديمها وبعد هذا  
يؤخذ مقدار ساعات الزمن المتوسط من لوغار يتم الاعداد المتصاعدة المسمى  
لوغار يتم رسيخ ويوضع تحته اعداد اللوغاريتم الثابت ويطرح دائما وينظر  
على الباقي من جداول الاعداد الصحيحة والذي يوجد من الاعداد يضم دائما  
على اعداد جيب اعشاري الارتفاع الاكبر وينظر على المجموع من جداول  
الجيوب الاعشارية والذي ينتج من الدرج والدقائق يكون مساويا للغاية  
ارتفاع الشمس وقت الزوال بالنسبة للارتفاع الاكبر ثم يطرح من ٩٠  
درجة ويوضع تحته ميل الشمس الصحيح ويضم أو يطرح كما تقدم في عمليات  
عرض نصف النهار والنتيجة يكون مقدار العرض المطلوب





٠٠ ٠٨ ٥٦ غايۃ ارتفاع الشمس وقت الزوال

9. 5. 00

۰۰ ۵۲ ۳۳ تمام ارتفاع

٤٥ ٥٣ ٤ ميل الشمس جنوبي

عرض المكان شمالى فى محل الارتفاع الاول ٤٥ ٤٥ ٣٨

## مثالی ثنائی

سنة ۱۸۷۴ فی یوم ۱۵ شهر مایس عرض برکینة شمالی ۳۲ درجة

٤٥ دقيقة والطول ٢٨ درجة و ٢٥ دقيقة شرق نصف النهار غروب

ارتفاع سفينة ٢٠ قدما وفي وقت الساعة ٩ و ٤٨ دقيقة و ١٢

ثانيه جري أخذ ارتفاع الشمس محيط أسفل فوجد ٥٧ درجة و ١٤

دقيقة ٢٤ ثانية وفي وقت الساعة ١ و ٢٥ دقيقة و ٣٠ ثانية بعد

الزوال صارأخذ ارتفاع الشمس مرة ثانية فوجد ٦٦ درجة ١١

دقيقة وهـ : ثانية والمطلوب مقدار العرض الصحيح

## صورۃ العمل

pg 45 -

۳۰ ۲۵ ۰۱ ۱۰ حساب فلہ کی محل

٤٠ ٥٣ ٠١ ٠٠ زمن الطول شرق

۵۰ ر ۳۱ ر ۲۳ ر ۱۴ ر حساب قلم کی فرو بی

## مطلوب: فرق میل

3      4      5

۱۸۳۹ء میلادی جی ماہ

۳۹ ۵۳ ۱۸ شرح فی ۱۵ مائیس

١٩ ١٤ •• فرق الميل في ٢٤ ساعة



مطلوب طرف ثاني

٨٥٣ ر . انساب فلكي

غرنويج

٩٩٤٣ ر . انساب فرق الميل

١٠٧٩٦ ر . انساب طرف ثاني

١٤ دقيقة و ٢٢ ثانية

مطلوب ميل صحيح

٢٠ ٣٩ ١٨ ميل الشمس

في ١٤

٢٠ ١٤ ٠٠ طرف ثاني

٢٢ ٥٣ ١٨ ميل صحيح شمالي

مطلوب لوغار يتم ثابت

١٨٤ ٧٥ ٠ ر . قاعرض بركية

٣٢ دقيقة و ٥٤ درجة

٣٧ ٢٤ ٠ ر . قاع ميل الشمس ١٨

درجة و ٥٣ دقيقة و ٢٢ ثانية

٢٢ ٩٩ ٠ ر . لو ثابت

مطلوب صحيح الارتفاعات

٢٤ ١٤ ٥٧ ارتفاع محيط اسفل

٥١ ١٥ ٠٠ نصف القطر

١٥ ٣٠ ٥٧ ارتفاع مركز

٢٤ ٠٤ ٠٠ ارتفاع سفينة

٥١ ٢٥ ٥٧ ارتفاع ظاهري

٣٢ ٠٠ ٠٠ انعطاف شعاع

١٩ ٢٥ ٥٧ ارتفاع صحيح اول

١٥ ١١ ٦٦ ارتفاع محيط اسفل

٥١ ١٥ ٠٠ نصف القطر

٠٦ ٢٧ ٦٦ ارتفاع مركز

٣٤ ٠٤ ٠٠ ارتفاع سفينة

٤٢ ٢٣ ٦٦ ارتفاع ظاهري

٢٢ ٠٠ ٠٠ انعطاف شعاع

٢٠ ٢٢ ٦٦ ارتفاع صحيح

ثاني

جيب اعشاري

٨٤٢٦١ ارتفاع اول ٥٧ درجة

٥٥ ٢٥ دقيقة و ١٩ ثانية

٩١٦١٣ ارتفاع ثاني ٦٦ درجة

٢٢ ٢٢ درجة و ٢٠ ثانية

٧٣٥٢ تفاضل

مطلوب المسافة الزماني

١٢ ٤٨ ٠٩

٠٠ ٠٠ ١٢

٤٨ ١١ ٠٢ الباقي للزوال

٣٠ ٢٥ ٠٠ ساعات بعد الزوال

١٨ ٣٧ ٠٣ المسافة

٣٩ ٤٨ ٠١ نصف المسافة

طالوب ساعة تصحيح

٠٩٩٢٢١ ز . لو ثابت

٠٧٣٥٢ لوعدا لتفاضل

٠٣٤٠٤٨٠ لو غار يتم نصف المسافة ساعة و ٤٨ دقيقة و ٣٩ ثانية

٠٣٠٦١٠١ بعد الجمع ينظر من زمن متوسط = ٢٣ دقيقة و ١٠ ثواني

— — —

٣٩ ٤٨ ١ نصف المسافة

٠ ٢٣ ١٠ مقدار ساعات زمن متوسط

٢٩ ٢٥ ١ ساعة تصحيح

مقابل ارتفاع الشمس وقت ازوال

٠٣٧٤٩ لوعدا: رسيح ساعة و ٢٥ دقيقة و ٢٩ ثانية

٠٩٩٢٢ لو غار يتم ثابت دائما بطرح

٣٧٢٨٢٧ ينظر من لو غار يتم العدد ينج

٠٥٤٧٣ يضم دائما على عدد جيب اعشاري الارتفاع الاكبر

٩١٦١٣ جيب اعشاري ارتفاع اكبر

٩٧٠٨٦ ينظر من جيب اعشاري =

— — —

٠٠ ٠٨ ٧٦ ارتفاع الشمس وقت نصف نهار

٠٠ ٠٠ ٩٠

٠٠ ٥٢ ١٣ تمام ارتفاع

٠٠ ٥٣ ١٨ ميل الشمس شمالى ضم

٠٠ ٤٥ ٣٢ عرض محل السفينة شى لى فى محل الارتفاع الاول

قاعدة اخرى

يؤخذ جيب تمام ميل الشمس الاول وجيب تمام ميل الشمس الثانى وجيب

الاسهام ساعات المسافة ويصير جمع الثلاثة متادير وبعد طرح العشر

ينظر من جداول جيب الاسهام والناسخ يكون مقدار القوس الاول ثم

يطرح مقدار القوس الاول من تمام ميل الشمس الاول والباقي يضم على تمام ميل الشمس الثاني ثم يطرح الباقي الاول من تمام ميل الشمس الثاني والباقي يسمى بالباقي الثاني ثم يؤخذ تمام قاطع قوس أول وتمام قاطع ميل الشمس الاول وجيب نصف الناحل وجيب نصف نصف الباقي الثاني وتضم الاربعه مقدار يروى بظن على المجموع من جداول جيب السهام فينتج مقدار القوس الثاني ثم يطرح تمام ارتفاع أول من مقدار القوس الاول والباقي يسمى بالباقي الاول يضم على تمام ارتفاع ثاني ثم يطرح باقي أول من تمام ارتفاع ثاني والباقي يسمى بالباقي الثاني ثم يؤخذ قاطع تمام قوس أول وقاطع تمام ارتفاع أول وجيب نصف نصف الناحل وجيب نصف الباقي وبعد جمع الاربعه مقدار يروى بظن على الناحل من جيب السهام فينتج مقدار القوس الثالث ولا بد من استخراج مقدار القوس الرابع يطرح من مقدار قوس ثاني مقدار القوس الثالث والباقي يكون مقدار القوس الرابع ثم يؤخذ جيب تمام ميل الشمس الاول وجيب تمام ارتفاع أول وجيب السهام للقوس الرابع وبعد جمع الثلاثه مقدار يروى بظن على الباقي من جيب السهام فينتج مقدار القوس الخامس ثم يطرح تمام ارتفاع أول من تمام ميل الشمس الاول والباقي يحفظ ثم يؤخذ جيب اعشاري السهام انقضاء مقدار القوس الخامس وجيب اعشاري الباقي المحفوظ ويصير جمع ما يروى على الناحل من جيب اعشاري السهام والناتج يكون مساويا لتمام الارض فيخرج من ٥٠ درجة ينتج مقدار العرض

صورة العمل

مطلوب قوس أول

٩٧٦٠٤٩ ج تمام ميل أول ٨٠ درجة ١٥ دقيقة ٢٠ ثانية  
 ٩٧٥٩٦٣ ج تمام ميل الشمس الثاني ١٨ درجة ٥٣ دقيقة ٢٠ ثانية  
 ٩٣١٨٥٤٢ ج السهام ٣ ساعات ٢٧ دقيقة ١٨ ثانية  
 ٩٧٠٥٥٤ ج يظن من جيب السهام = ٥٠ درجة ١٩ دقائق ٥٥ ثانية  
 = قوس أول

| مطلوب قوس ثالث  | مطلوب قوس ثاني   |
|---|--|
| <div> <div> <div>٤٥</div> <div>٠٩</div> <div>٥١</div> </div> <div>قوس أول</div> </div> <div> <div> <div>٣٠</div> <div>٣٤</div> <div>٣٢</div> </div> <div>تمام ارتفاع أول</div> </div> <hr/> <div> <div> <div>١٥</div> <div>٣٥</div> <div>١٨</div> </div> <div>باقي أول</div> </div> <div> <div> <div>٤١</div> <div>٣٧</div> <div>٢٣</div> </div> <div>تمام ارتفاع ثاني</div> </div> <hr/> <div> <div> <div>٥٦</div> <div>١٢</div> <div>٤٢</div> </div> <div>الحاصل</div> </div> <div> <div> <div>١٥</div> <div>٣٥</div> <div>١٨</div> </div> <div>باقي أول</div> </div> <div> <div> <div>٤١</div> <div>٣٧</div> <div>٢٣</div> </div> <div>تمام ارتفاع ثاني</div> </div> <hr/> <div> <div> <div>٢٦</div> <div>٠٢</div> <div>٠٥</div> </div> <div>باقي ثاني</div> </div> <div>مطلوب قوس ثالث</div> <div> <div> <div>٠٣</div> <div>٠٨٥٠</div> <div>٠١</div> </div> <div>قتا قوس أول</div> </div> | <div> <div> <div>٤٥</div> <div>٠٩</div> <div>٥١</div> </div> <div>قوس أول</div> </div> <div> <div> <div>٤٧</div> <div>٠٨</div> <div>٧١</div> </div> <div>تمام ميل أول</div> </div> <hr/> <div> <div> <div>٠٢</div> <div>٥٩</div> <div>١٩</div> </div> <div>باقي أول</div> </div> <div> <div> <div>٣٨</div> <div>٠٦</div> <div>٧١</div> </div> <div>تمام ميل ثاني</div> </div> <hr/> <div> <div> <div>٤٠</div> <div>٠٥</div> <div>٩١</div> </div> <div>الحاصل</div> </div> <div> <div> <div>٣٨</div> <div>٠٦</div> <div>٧١</div> </div> <div>تمام ميل ثاني</div> </div> <hr/> <div> <div> <div>٠٢</div> <div>٥٩</div> <div>١٩</div> </div> <div>باقي أول</div> </div> <div> <div> <div>٣٦</div> <div>٠٧</div> <div>٥١</div> </div> <div>باقي ثاني</div> </div> <div> <div> <div>٠٣</div> <div>٠٨٥٠</div> <div>٠١</div> </div> <div>قتا قوس أول</div> </div> |
| <div> <div> <div>٤٥</div> <div>٠٩</div> <div>٥١</div> </div> <div>قتا تمام ارتفاع أول</div> </div> <div> <div> <div>٦٢</div> <div>٥٥٦٤</div> <div>٤٢</div> </div> <div>جا نصف نصف</div> </div> <hr/> <div> <div> <div>٨١</div> <div>٤٣٢٨</div> <div>٣٢</div> </div> <div>جا نصف نصف</div> </div> <div> <div> <div>٣٨</div> <div>٧٧١٣</div> <div>٨٢</div> </div> <div>بعد الاضم ينظر من جيب السهام</div> </div>  | <div> <div> <div>٤٥</div> <div>٠٩</div> <div>٥١</div> </div> <div>قتا تمام ميل أول</div> </div> <hr/> <div> <div> <div>٤٧</div> <div>٠٨</div> <div>٥١</div> </div> <div>جا نصف نصف</div> </div> <div> <div> <div>١٤</div> <div>٨٥٣٦</div> <div>٤٢</div> </div> <div>الحاصل ٩١ درجة</div> </div> <div> <div> <div>٠٨</div> <div>٦٣٥١</div> <div>٤٢</div> </div> <div>دقائق و ٥٠ ثانية</div> </div> <hr/> <div> <div> <div>٠٨</div> <div>٦٣٥١</div> <div>٤٢</div> </div> <div>جا نصف نصف</div> </div> <div> <div> <div>٧٧</div> <div>٥١</div> <div>٨٢</div> </div> <div>الباقي ٥١ درجة و ٧٧ دقيقة و ٥٠ ثانية</div> </div> <hr/> <div> <div> <div>٧٦</div> <div>٢٢١٢</div> <div>٩٢</div> </div> <div>بعد الجمع ينظر من جيب السهام</div> </div>  |
| <div> <div> <div>٤٥</div> <div>٢٤</div> <div>٢٢</div> </div> <div>قوس ثالث</div> </div> <div> <div> <div>٤٥</div> <div>٢٤</div> <div>٢٢</div> </div> <div>قوس ثالث</div> </div> <hr/> <div> <div> <div>٤٥</div> <div>٠٨</div> <div>٥٨</div> </div> <div>الباقي قوس رابع</div> </div>  | <div> <div> <div>٣٠</div> <div>٣٣</div> <div>٨٠</div> </div> <div>قوس ثاني</div> </div> <hr/> <div> <div> <div>٣٠</div> <div>٣٣</div> <div>٨٠</div> </div> <div>قوس ثاني</div> </div>  |



| مطلوب قوس خامس           | مطلوب تمام العرض       |
|--------------------------|------------------------|
| ٤٩ ٩٧٦٠ ٩ جاتمام ميل أول | ٢٤٠٥٣٩ جيب اعشاري سهام |
| ٥ - =                    | المقابل ٤٠ درجة        |
| ٧١ ٠٨ ٤٨                 | و ٣٥ دقيقة             |
| ٩٧٣١١ ٠٨ جاتمام ارتفاع   | ٠٠٠٠٩٤ المقابل ٤٠ درجة |
| ٥ - =                    | و ٣٠ دقيقة             |
| أول ٣٠ ٣٤ ٣٢             | ٢٤٠٦٢٣ جيب تمام اعشاري |
| ٩٣٧٣ ١٣٤ جاسم القوس      | ٢١٨١٧١ جيب اعشاري      |
| ٥ - =                    | الباقى                 |
| الرابع ٤٥ ٠٨ ٠٨          | ٤٥٨٨٠٤ ينظر من جيب     |
| ٢٩١ ٠٨ ٠٨ بعد الجمع بعار | اعشاري السهام          |
| من جيب السهام            | ٥ - =                  |
| ٥ - =                    | ٥٧ ١٤ ٠٦ تمام العرض    |
| ٣٠ ٣٥ ٤٠ قوس خامس        | ٩٠ ٠٠ ٠٠               |
| ٤٨ ٠٨ ٧١ تمام ميل أول    | ٥٤ ٤٥ ٣٢ عرض محل       |
| ٣٠ ٣٤ ٣٢ تمام ارتفاع أول | السفينة شمالى          |
| ١٨ ٣٤ ٣٨ الباقى          |                        |

وأقول في ذلك

اعلم أن مقدار العرض الذي صار استخراجہ بالقاعدة الاولى  
وكان بواسطة مقدار العرض الناتج من حساب البركبة وذلك مع استعمال  
جداول نصف المسافة وجداول الزمن المتوحد وجدول الزمان بوجوده  
في كتب اللوغاريتمات المستعملة قديما وكونت الحاء في هذه  
كانت بواسطة استعمال العرض التقريبي المعلوم مع استعمال جدول  
نصف الجيب وجيب اعشاري السهام وقد تراعى في الجدول  
الدعوى المذكورة مبنيا على حل المثلثات المذكور وبذلك يتبين في  
طالب وبيان ذلك كما في شكل (٤٩) اذا فرضنا أن ثمة

[illegible]

الاول جا نصف القطر ؛ جتا ميل اول ؛ : جا زمن المسافة بين  
وقتي الارتفاعين ؛ جا عمود شه و ثم يصير استخراج مقدار القطعة  
هـ و بهذا جتا هـ ش هـ جتا ش و  $\times$  جتا هـ و اوجتا هـ و =  
جتا هـ ش  
جتا هـ و

وينظر على الباقي من خانة تمام الجيب فينتج مقدار القطعة (هـ و) الكبرى  
وبعد استخراج مقدار هـ ا يصير طرحه من مقدار تمام ميل ثاني فينتج مقدار  
القطعة الصغرى و ضه ثم يؤخذ تمام جيب ش و و تمام جيب القطعة  
الصغرى و ضه و بعد الجمع ينظر على الحاصل في خانة جيب التمام فينتج  
مقدار المسافة ش ضه و لاجل استخراج مقدار الزاوية هـ ش ض يقال  
في المثلث هـ ش ض نسبة جا ش ض المسافة ؛ جا زمن المسافة بين  
الوقتين ؛ : جا هـ ض تمام ميل ثاني ؛ جا زاوية هـ ش ض المطلوبة  
و بعد ذلك يصير استخراج مقدار الزاوية ح ش ض من مثلث ش ح ض  
المعلوم اضلاعه اعني يؤخذ ضلع ح ض المقابل للزاوية وهو مقدار  
تمام ارتفاع ثاني و تمام ارتفاع اول و مقدار المسافة ش ض و يصير  
استخراج الزاوية ح ش ض بالعمل المتقدم في استخراج فضل الدائر ثم يصير  
طرح مقدار هـ ا من مقدار زاوية هـ ش ض المستخرج مقدار هـ ا سابقا  
فيصير الباقي مساويا بالمقدار زاوية ح ش هـ ثم يقال في المثلث ح ش هـ  
نسبة جا الساعات الباقية لازوال من بعد طرح وقت الارتفاع الاول من  
١٢ ساعة ؛ جا مقدار تمام الارتفاع الاول ؛ : جا مقدار زاوية  
ح ش هـ ؛ جا قوس هـ ح المساوي لتمام العرض اعني يجمع جيب تمام  
ارتفاع اول على جيب مقدار زاوية ح ش هـ و يطرح من الحاصل جيب  
زمن فضل الدائر و ينظر على الباقي من خانة الجيب فينتج مقدار تمام العرض  
و يطرحه من ٩٠ درجة يكون الباقي مساويا بالمقدار العرض المطلوب  
ومثاله كما في المثال السابق

١٢ ٥١ ١٨ ميل اول صحيح  
٢٢ ٥٣ ١٨ ميل ثاني صحيح شمالي

\* (٢٦٦) \*

|                        |   |    |                      |
|------------------------|---|----|----------------------|
| ٣٠                     | ٢٥  | ٧٨ | ارتفاع أول مجمع      |
| ١٥                     | ٢٢  | ٦٦ | ارتفاع ثاني مجمع     |
|                        |   | ٤٤ |                      |
| ١٢                     | ٤٨  | ٠٩ | ساعات الارتفاع الاول |
| ١٢                     | ٠٠  | ٠٠ |                      |
| ٤٨                     | ١١  | ٢  | الباقى للزوال        |
| ٣٠                     | ٢٥  | ١  | زمن الارتفاع الثاني  |
| ١٨                     | ٣٧  | ٣  | زمن المسافة          |
| ٣٩                     | ٤٨  | ١٠ | نصف زمن المسافة      |
| مطلوب نصف المسافة شه ي |   |    |                      |
| جانصف القطر ١٠٠٠٠٠٠٠   |   |    |                      |
| ٩٠٩٧٦٠٤٩               | جتا ١٨ درجة و ١٥ دقيقة و ١٢ ثانية ميل أول     |    |                      |
| ٩٠٦٥٩٤٥٦               | جا الساعة ١ و ٤٨ دقيقة و ٣٩ ثانية نصف المسافة |    |                      |
| ١٩٠٦٣٥٥٠٥              | جمع الثاني والثالث                            |    |                      |
| ١٠٠٠٠٠٠٠               | جانصف القطر                                   |    |                      |
| ٩٠٦٣٥٥٠٥               | جانظر   |    |                      |
| ٤٥                     | ٣٥  | ٢٥ | نصف المسافة          |
| ٤٥                     | ٣٥  | ٢٥ | ضم مثله              |
| ٣٠                     | ١١  | ٥١ | المسافة شه ض         |
| مطلوب الزاوية ب شه ض   |   |    |                      |
| ٩٠٨٩١٦٧٥               | جا ٥١ درجة و ١١ دقيقة و ٣٠ ثانية المسافة      |    |                      |
| ٩٠٩٠٩٧٣٧               | جا ٣ ساعات و ٣٧ دقيقة و ١٨ ثانية              |    |                      |
| ٩٠٩٧٥٩٦٣               | جتا ١٨ درجة و ٥٣ دقيقة و ٢٢ ثانية ميل ثاني    |    |                      |
| ١٩٠٨٨٥٧٠٠              | مجموع الثاني والثالث                          |    |                      |
| ٩٠٨٩١٦٧٥               | جا ٥١ درجة و ١١ دقيقة و ٣٠ ثانية المسافة      |    |                      |
| ٩٠٩٩٤٠٢٥               | جانظر ٨٠ درجة و ٢١ دقيقة و ٥٠ ثانية هو شه     |    |                      |
| مطلوب                  |   |    |                      |



|                     |            |                        |
|---------------------|------------|------------------------|
| مطلوب الزاوية ح ش ه | ٩٠٦٢٩٦     | جا نصف الحاصل          |
| ٥                   | ٩٦٩٨٩٩     | جا الباقي              |
| ٤٠ ٣٧ ٢٣            | ١٩٩٨٣٣٦٣   | الحاصل                 |
| ٤١ ٣٤ ٣٢            | ٩٠٦٩١٦٨١   | نصف الحاصل من          |
| ٣٠ ١١ ٥١            | تمام الجيب |                        |
| ٥١ ٢٣ ١٠٧           |            | الحاصل                 |
| ٥٥ ٤١ ٥٣            |            | نصف الحاصل             |
| ٤٠ ٣٧ ٢٣            |            | تمام ارتفاع ثاني       |
| ١٥ ٠٤ ٣٠            |            | الباقي                 |
| ٢٦٨٨٤٣              |            | ز. قتا تمام ارتفاع أول |
| ١٠٨٣٢٥              |            | قما المسافة            |

مطلوب المرض

|           |   |
|-----------|---|
| ٩٠٧٣٥٥٢٥  | جا الساعة ١٠ و ١١ دقيقة و ٨ ثانية مقدار زاوية ح ش ه |
| ٩٠٧٣١١٥٧  | جا ٣٢ درجة و ٣ دقيقة و ١ ثانية تمام ارتفاع أول      |
| ٩٠٩٢٩١٦٨  | جا ٥٨ درجة و ٩ دقيقة و ٣ ثانية مقدار زاوية ح ش ه    |
| ١٩٠٦٦٠٣٢٥ | مجموع الثاني والثالث                                |
| ٩٠٧٣٥٥٢٥  | جا الساعة ١٠ و ١١ دقيقة و ٨ ثانية مقدار زاوية ح ش ه |
| ٩٠٩٢٤٨٠٠  | ينظر من تمام الجيب                                  |

عرض المكان شمالي ٤٥ ٣٢ ٠٠

١٠٩ في كيفية استخراج العرض بواسطة الارتفاعين المأخوذين من الشمس في اثنا سير السفينة

ع- لم ان مقدار العرض الذي صار استخراج به سابقا بواسطة الارتفاعين المأخوذين من الشمس كان بالنسبة لمحل الراصد في نقطة واحدة واما اذا صار اخذ ارتفاع الشمس والسفينة كانه في محله الاول ثم سارت منه دارا من اليمين الى الشمال ثم جرى اخذ ارتفاع الشمس مرة ثانية فنال معلوم ان

محل السفينة بتغير عن محالها الاول وبسبب ذلك يلزم تحويل أحد الارتفاعين  
بعد التصحيح إلى محل الثاني وكذلك تحويل ساعات زمن الارتفاع  
المذكور إلى زمن محل الثاني لو فرض أخذ الارتفاع المذكور وفيه وأيضا  
يصير تحويل مقدار العرض المعلوم من حساب البركبة إلى محل الارتفاع  
المطلوب فيه مقدار العرض الصحيح

وطريق ذلك أن يؤخذ اتجاه الشمس بالبوصله عند أخذ الارتفاع الاول  
ثم يصير تصحيحه هو واتجاه السفينة المعلوم من مقدار الانعطاف والانحراف  
وبعد هذا يصير استخراج مقدار المسافة الكائنة بين وقتي الارتفاعين  
وأيضا مقدار المسافة الواقعة بين اتجاه الشمس واتجاه السفينة  
وكيفية استخراجهما يصير بطرح أحدا لاتجاهين من الآخر اذا وجدنا  
الاتجاهين المذكورين في زاوية واحدة أو وجدناهما في زاويتين متقابلتين  
وأما اذا وجدنا في زاويتين متجاورتين فيصير جمعهما والناج من الاول  
أو من الثاني بوضع مقدار درجه على زاوية مثلث المسافة ثم يصير ضرب عدد  
الساعات الكائنة بين وقتي الارتفاعين في عدد أميال سير السفينة في  
الساعة الواحدة والحاصل بوضع عدد أمياله على وتر مثلث اتجاه السفينة  
وكذا على وتر مثلث المسافة ثم يصير استخراج فرق العرض و فرق الطول  
من المثلث الاول وأيضا يصير استخراج فرق عرض مثلث المسافة (ثم) ان  
مقدار المسافة الكائنة بين اتجاه السفينة واتجاه الشمس يوجد على جملة  
من المحالات (الاولى) اذا وجدنا في زاوية واحدة وجرى طرح أحدهما من  
الآخر فيصير مقدار المسافة اما صفر درجة أو درج يكون أقل من ٩٠ درجة  
ويكون سير السفينة حينئذ إلى جهة الشمس واما اذا كان اتجاه السفينة  
واتجاه الشمس يوجدان في زاويتين متقابلتين وطرح أحدهما من الآخر  
فيصير الباقي اما صفر درجة واما درج أكثر من ذلك ويكون مقدار المسافة  
بينهما أكثر من ٩٠ درجة وبهذا يعلم ان سير السفينة يكون إلى جهة  
مضادة لجهة الشمس وادنا لاتجاهين في زاويتين متجاورتين  
مثل زاويتي شمال وشرق وجنوب وشرق فيصير جمعهما ووضع مقدار  
المجموع من لدرج على زاوية مثلث المسافة فاذا كان ذلك المجموع أقل من ٩٠

درجة فيكون مقدار المسافة أكثر من ٩٠ درجة والسفينة سائرة الى جهة  
مضادة لجهة الشمس واذا كان المجموع أكثر من ٩٠ فيطرح ذلك من  
١٨٠ درجة والباقي يوضع على زاوية مثلث المسافة ويكون مقدار  
المسافة أقل من ٩٠ درجة أعني تكون السفينة متجهة لجهة الشمس وأما  
إذا كان اتجاه السفينة واتجاه الشمس يوجدان في زاويتي شمال مشرق  
وشمال مغرب أو في زاويتي جنوب مشرق وجنوب مغرب فيصير جمعهما  
ويكون مقدار المجموع مساويا لمقدار المسافة المطلوبة فاذا علم ذلك وكان  
المطلوب تحويل مقدار الارتفاع الاول الى محل الثاني وكان مقدار  
المسافة أقل من ٩٠ درجة فيضم فرق عرض مثلث المسافة على مقدار  
الارتفاع الاول الصحيح وعكس ذلك اذا كان المطلوب تحويل الارتفاع  
الثاني الى الاول وأما اذا كان مقدار المسافة أكثر من ٩٠ درجة  
والمطلوب تحويل الارتفاع الاول الى محل الثاني فيطرح فرق عرض مثلث  
المسافة من مقدار الارتفاع الاول وعكس ذلك اذا صار تحويل الارتفاع  
الثاني الى محل الاول واذا كان مقدار المسافة صفر درجة في الحالة  
التي يوجد فيها اتجاه السفينة واتجاه الشمس في زاوية واحدة فيؤخذ  
مقدار الاميال التي قطعها السفينة من محله الاول الى محله الثاني وينم  
أو يطرح من مقدار الارتفاع المطلوب تحويله الى محل الثاني وأيضا اذا  
كان مقدار المسافة صفر درجة في الحالة التي يوجد فيها اتجاه السفينة واتجاه  
الشمس في زاويتي متقابلتين فيصير اعتبار مقدار اميال سير السفينة  
هي اميال فرق عرض مثلث المسافة ويطرح أو يضم على مئة أي ما عدا  
واذا صار مقدار المسافة مساويا الى ٩٠ درجة فلا يلزم تحويل الارتفاع  
المذكور الى محل الثاني لانه لو أخذ في محل الثاني لكان على خط موازي  
لخط الاستواء فلا يختلف عن مقداره الذي يؤخذ في محله الاول

أمثلة في استخراج المسافة

مثال أول

|    |    |                                      |
|----|----|--------------------------------------|
| ٣٠ | ٤٥ | اتجاه السفينة صحيح جنوبي مشرق        |
| ٠٠ | ٢٠ | اتجاه الشمس صحيح جنوب مشرق           |
| ٣٥ | ٢٥ | مقدار المسافة ونوضع على مثلث المسافة |



مثال ثاني

|     |    |                             |
|-----|----|-----------------------------|
| ٣٠  | ٥٥ | اتجاه السفينة صبح شمال مشرق |
| ٢٠  | ٢٥ | اتجاه الشمس صبح جنوب مشرق   |
| ٥٠  | ٨٠ | = زاوية مثلث المسافة        |
| ١٨٠ | ٠٠ |                             |
| ١٠  | ٩٩ | = مقدار المسافة             |

مثال ثالث

|                               |    |                             |
|-------------------------------|----|-----------------------------|
| ٢٠                            | ٨٠ | اتجاه السفينة صبح شمال مغرب |
| ٠٠                            | ٣٠ | اتجاه الشمس جنوب مشرق       |
| ٢٠                            | ٥٠ | = زاوية مثلث المسافة        |
| والمسافة تكون أكثر من ٩٠ درجة |    |                             |

مثال رابع

|     |     |                             |
|-----|-----|-----------------------------|
| ٠٠  | ٨٠  | اتجاه السفينة صبح جنوب مشرق |
| ٤٠  | ٢٥  | اتجاه الشمس جنوب مغرب       |
| ٤٠  | ١٠٥ | = مقدار المسافة             |
| ١٨٠ | ٠٠  |                             |
| ٢٠  | ٧٤  | = زاوية مثلث المسافة        |

وعمل ذلك اذا وجد اتجاه السفينة في زاوية شمال مشرق واتجاه الشمس في زاوية شمال مغرب (والحاصل) انه اذا كان اتجاه السفينة واتجاه الشمس يوجدان في زاوية واحدة فيصير طرجهما من بعضهما والباقي يصير وضعه على زاوية مثلث والمسافة حينئذ تكون أقل من ٩٠ درجة واذا وجدان في زاويتين متقابلتين أيضا فيصير طرح احدهما من الآخر والباقي يوضع على زاوية مثلث المسافة وتكون المسافة في هذه الحالة أكثر من ٩٠ درجة واذا وجد اتجاه السفينة في زاوية شمال مشرق واتجاه الشمس في زاوية جنوب مشرق فيجمع مقدارهما ويوضع الحاصل جمعهما على زاوية مثلث المسافة ان كان حاصل جمعهما أقل من ٩٠ درجة وان كان أكثر يطرَح



من ١٨٠ درجة والباقي يوضع مقدار ٥٠ الى زاوية مثلث المسافة وهكذا  
يصير في باقي الزوايا ومن بعد اجراء عمليات التصحيحات المذكورة يصير  
استخراج مقدار العرض المطلوب كما تقدم مثال اول

سنة ١٨٧٤ في يوم ١٥ شهر مايس كان مقدار العرض التقريبي ٣٢  
درجة و ٥٤ دقيقة شمال والطول ٢٩ درجة و ٢٥ دقيقة شرق  
نصف نهار غر فويج وارتفاع السفينة ٢٠ قدما وفي وقت الساعة ٩  
و ٤٦ دقيقة و ١٢ ثانية جرى أخذ ارتفاع من الشمس من محيط اسفل  
فوجد ٥٧ درجة و ٣٧ دقيقة و ٣٠ ثانية واتجهت الشمس من البوصلة  
يساوي ٨٠ درجة جنوب مشرق وكان اتجهت السفينة في زاوية شمال  
مشرق الى ٥٠ درجة ومقدار انحراف البوصلة ٥ درجات الى جهة  
الغرب والسفينة تقطع ١٠ اميال في كل ساعة وفي وقت الساعة ١ و ٢٥  
دقيقة و ٣٠ ثانية صار أخذ ارتفاع من الشمس مرة ثانية ووجد ٦٦  
درجة و ١١ دقيقة و ١٥ ثانية والمطلوب مقدار العرض الصحيح

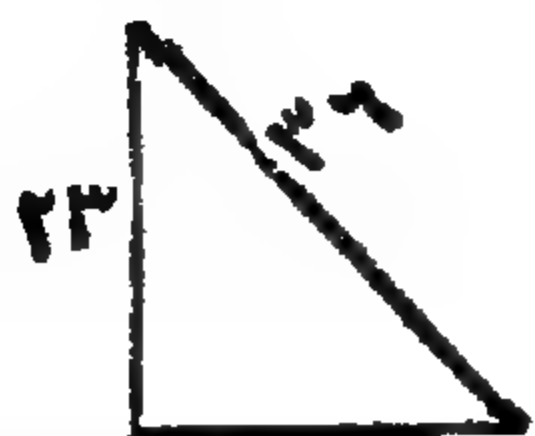
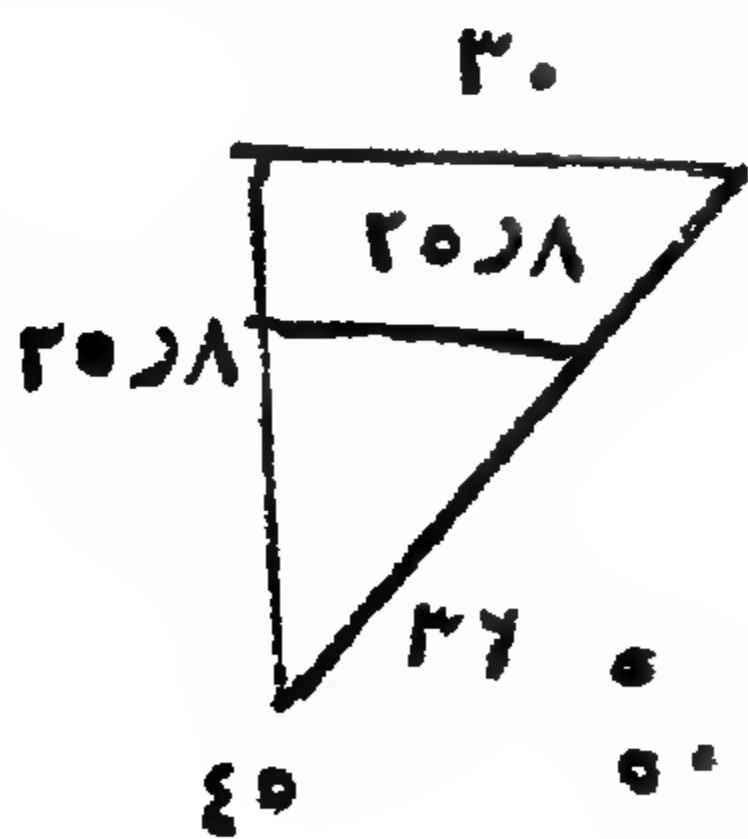
صورة العمل

صحيح اتجهت السفينة  
شمال مشرق ٤٥ ٠٠

١٣٠ ٠٠

١٨٠ ٠٠

زاوية مثلث المسافة ٥٠ ٠٠



اتجهت السفينة شمال  
مشرق ٥٠ ٠٠

انحراف البوصلة الى  
الغرب ٥ ٠٠

صحيح اتجهت السفينة  
شمال مشرق ٤٥ ٠٠

اتجهت الشمس جنوب  
مشرق ٨٠ ٠٠

انحراف البوصلة فربي ٥ ٠٠

صحيح اتجهت الشمس  
جنوب مشرق ٨٥ ٠٠

مطلوب زمن المسافة بين وقتي الارتفاعين

== ٤٥ -

١٢ ٤٦ ٠٩ ساعات الارتفاع الاول

١٢ ٠٠ ٠٠ ساعة

٤٨ ١٣ ٠٢ الساعات الباقية للزوال

٣٠ ٢٥ ٠١ ساعات الارتفاع الثاني

١٨ ٣٩ ٠٣ = مقدار المسافة بين الوقتين

٠٠ ٠٠ ١٠ السفينة في كل ساعة تسير ١٠ ميل

من بعد ان ضرب يوجد الحاصل يساوي ٣٦ ميلا

مطلوب تصحيح ساعات الارتفاع الاول

== ٤٥ -

١٢ ٤٦ ٠٩ ساعات الارتفاع الاول

٠٠ ٠٢ ٠٠ زمن فرق الطول شرق

١٢ ٤٨ ٠٩ ساعات الارتفاع الاول لو انها

نظرت في محل الارتفاع الثاني

٠٠ ٠٠ ١٣ ساعة

٤٨ ١١ ٠٢ الساعات الباقية للزوال

٣٠ ٢٥ ٠١ ساعات الارتفاع الثاني

١٨ ٣٧ ٠٣ مقدار المسافة بين الوقتين

٣٩ ٤٨ ٠١ = نصف المسافة

مطلوب تصحيح الابل

== ٤٥ - يوم

٣٠ ٢٥ ١٥ حساب فلكي محل

٤٠ ٥٣ ٠٠ زمن طول شرق

٥٠ ٣١ ٢٣ ١٤ حساب فلكي غرنويج

٢٠ ٣٩ ١٨ ميل في ٢٤ مايس  
 ٣٩ ٥٣ ١٨ ميل في ١٥ مايس  
 ١٩ ١٤ ٠٠ فرق ميل في ٢٤ ساعة

و بمقتضى ما تقدم في تعيينات ميل الشمس يصير استخراج الطرف المجهول  
 وبعد ذلك يصير تصحيح ميل الشمس بوقت الارتفاع الاول وبوقت الارتفاع  
 الثاني فيوجد مقدار ميل الشمس الاول ١٨ درجة و ١٥ دقيقة  
 و ١١ ثانية ومقدار الميل الثاني ١٨ درجة و ٣٥ دقيقة و ٢٣ ثانية  
 المطلوب تصحيح الارتفاعات

|          |          |          |                      |
|----------|----------|----------|----------------------|
| ٣٠ ٣٧ ٥٧ | ١٥ ١١ ٦٦ | ٠٠ ١٥ ٥٠ | نصف قطار الشمس       |
| ٢٠ ٥٢ ٥٧ | ٠٠ ٢٧ ٦٦ | ٠٠ ١٥ ٥٠ | ارتفاع مركز          |
| ٢٤ ٤     | ٢٤ ٤     | ٢٠ ٢٠    | ارتفاع سفينة ٢٠ قدما |
| ٥٦ ٤٨ ٥٧ | ٤١ ٢٢ ٦٦ | ٤١ ٢٢ ٦٦ | ارتفاع ظاهري         |
| ٣٢       | ٢٢       | ٢٢       | انعطاف شعاع          |
| ٢٤ ٤٨ ٥٧ | ١٩ ٢٢ ٦٦ | ١٩ ٢٢ ٦٦ | ارتفاع صحيح          |
|          | ٩٠       |          |                      |

٤١ ٣٧ ٢٣ تمام ارتفاع ثاني  
 ومن حيث ان المطلوب استخراج العرض في محل الارتفاع الثاني وكان  
 مقدار المسافة أكثر من ٩٠ درجة يلزم طرح مقدار فرق عرض مثلث  
 المسافة من مقدار الارتفاع الاول

|          |  |
|----------|--|
| ٣٤ ٤٨ ٥٧ | مقدار الارتفاع الاول الصحيح                          |
| ٢٤ ٢٣ ٠٠ | مقدار فرق عرض مثلث المسافة                           |
| ٠٠ ٢٥ ٥٧ | لنظر الارتفاع الاول في نقطة محل الارتفاع الثاني لكان |

يوجد مساويا لمقدار المذكور

٩٠ ٠٠ ٠٠

٣٢ ٣٥ ٠٠ تمام ارتفاع اول

مطلوب تصحيح العرض التقريبي

٥ - ٥

٣٢ ٤٥ ٠٠ عرض تقريبي شمال

٠٠ ٢٥ ٤٨ فرق عرض شمال

٣٣.١٠ ٤٨ عرض شمال في المحل الثاني

٨٤٢٦١ جيب اعشاري للارتفاع الاول

٩١٦١٣ شرحه للارتفاع الثاني

٧٣٥٢ التفاضل

مطلوب تقديم أو تأخير الساعة

٠.٧٧٢٩ قاعرض ٣٣ درجة و ١٠ دقائق و ٤٨ ثانية

٠.٢٤٠٥ قاعيل الشمس ١٨ درجة و ٣٠ دقيقة و ٢٣ ثانية

١٠.١٣٤ ثابت

٣٨٦٦٤٠ لوغار يتم عدد التفاضل ٧٣٥٢

٠.٣٤٠٤٨ انساب نصف المسافة ساعة واحدة و ٤٨ دقيقة و ٣٩ ثانية

٤٣٠٨٢٢ ينظر من لوغار يتم زمن متوسط ينتج

٥٤ - ٥٤

٠ ٢٣ ٢٥

١ ٤٨ ٣٩ ساعات نصف المسافة

١ ٢٥ ١٤ وقت صحيح

مطلوب غاية ارتفاع الشمس

٣٨٣٤٩٨ رسيج لوغار يتم ساعة صحيح الساعة ١ و ٢٥ دقيقة و ٤٨ ثانية

١٠.١٣٤ لوغار يتم ثابت

٣٧٣٣٢٣ ينظر من لوغار يتم عدد ينتج



٥٤١٦ عدد صحيح

٩١٦١٣ جيب اعشاري الارتفاع الأكبر

٩٧٠٢٩ مجموع العددين يتظر من جيب اعشاري يتبع

٥ - / =

٧٦ ٠٠ ٠٠ غاية ارتفاع الشمس

٩٠ طرح

١٤ ٠٠ ٠٠ تمام ارتفاع

١٨ ٥٣ ٢٣ ميل الشمس الصحيح شمال

٣٢ ٥٣ ٢٣ عرض المكان شمال

١٠٩ في كيفية العمل بقاعدة المثلثات

مطلوب مقدار نصف المسافة بين موقعي الشمس

١٠٠٠٠٠٠٠٠٠ جانف القطر

٩٠٩٧٦٠٤٩ جتا ميل أول ١٨ درجة و ١٥ دقيقة و ١١ ثانية

٩٠٦٥٩٤٥٦ جانف ساعات المسافة ١٨ و ٤٨ دقيقة و ٣٩ ثانية

١٩٠٦٣٥٥٠٠ مجموع الثاني والثالث

١٠٠٠٠٠٠٠٠٠ جانف القطر

٩٠٦٣٥٥٠٠ يتظر من الجيب يتبع

٥ - / =

٢٥ ٣٥ ٤٥ مقدار نصف المسافة

٢٥ ٣٥ ٤٥ مثله ضم

٥١ ١١ ٣٠ المسافة شبه ض

مطلوب زاوية ه شبه ض

٩٠٨٩١٦٧٥ جانف المسافة ٥٤ درجة و ١١ دقيقة و ٣٠ ثانية

٩٠٩٧٢٧ جاز من المسافة ٣ ساعات و ٣٧ دقيقة و ١٨ ثانية

٩٠٩٧٥٩٥٢ جتا ميل ثاني ١٨ درجة و ٥٣ دقيقة و ٣٣ ثانية

١٩٠٨٨٥٦٧٩ مجموع الثاني والثالث

٩٨٩١٦٧٥ جال المسافة ١ درجة و ١ دقيقة و ٣٠ ثانية

٩٩٩٤٠٠٤ من بعد الطرح يتظر من الجيب

٨١ ٠٠ ٠٠ زاوية هـ شـ ض

٣٠ ٢١ ٢٢ زاوية هـ شـ ض

٨١ ٠٠ ٠٠ زاوية هـ شـ ض

٣٠ ٣٨ ٥٨ زاوية هـ شـ ض

مطلوب تمام العرض

٩٧٣٥٥٧٣ جافضل الدائر

ساعات الارتفاع الاول

٤٨ ١١ ٢

٩٧٣١٢٠٦ جاتمام ارتفاع

اول ٣٢ ٣٥

٩٩٣١٤٢٢ جازاوية هـ شـ ض

١٩٧٦٢٦٢٨

٩٧٣٥٥٧٣ جافضل الدائر

٩٩٢٧٠٥٥ يتظر من الجيب

٥٧ ١٠ تمام العرض

٩٠

٣٢ ٤٥ عرض المكان شمال

مطلوب زاوية هـ شـ ض

٤١ ٣٧ ٢٣ تمام ارتفاع ثاني

٣٢ ٣٥ ٠٠ تمام ارتفاع اول

٣٠ ١١ ٥١ المسافة

١١ ٢٤ ١٠٧ المجموع

٥٣ ٤٢ ٠٠ نصف المجموع

٤١ ٣٧ ٢٣ تمام ارتفاع ثاني

٢٤ ٠٤ ٣٠ باقى محفوظ

٩٤ ٨٧ ٢٦ تمام ارتفاع اول

٢٥ ٨٣ ١٠ قتا المسافة

٩٦ ٦٢ ٩٠ جا نصف المجموع

٥٢ ٩٩ ٩٦ جا باقى محفوظ

٦٧ ٨٣ ٩٧ المجموع

٨٣ ٦٨ ٩٩ نصف المجموع

يتظر من جيب تمام

٤٠ ١٠ ١١ نصف الزاوية

٤٠ ١٠ ١١ مثله ضم

مثال ثانى

سنة ١٧٧٤ في يوم ٢٥ شهر نومبر و جدمقدار عرض البركة ٣٤

درجة و ١٢ دقيقة شمالى و طول محل السفينة ٢٥ درجة و ٥٠

دقيقة شرق نصفانها رفر نويج وارتفاع السفينة ٢٠ قدما وفي وقت الساعة ٩ و ٣ دقيقة و ٢٦ ثانية جرى أخذ ارتفاع الشمس من المحيط الاسفل فوجد ٢٤ درجة و ٨ دقائق و ١٨ ثانية وكان اتجاه الشمس من البوصلة جنوب مشرق ٢٣ درجة واتجاه السفينة ٧٤ شمال مشرق ومقدار انحراف البوصلة ٨ درجات غربي السفينة تقطع في كل ساعة ٩ أميال وفي وقت الساعة ١ و ٨٤ دقيقة و ٣٠ ثانية من بعد الزوال صار أخذ ارتفاع من الشمس مرة ثانية فوجد ٢٩ درجة و ٢٨ دقيقة و ٢٨ ثانية ومطلوب مقدار العرض الصحيح

صورة العمل

مطلوب زمن المسافة بين وقتي الارتفاعين

ساعة

٢٦ ر ٣٠ ر ٩ ساعات الارتفاع الاول

١٢ ر ٠٠ ر ٠٠ ساعة

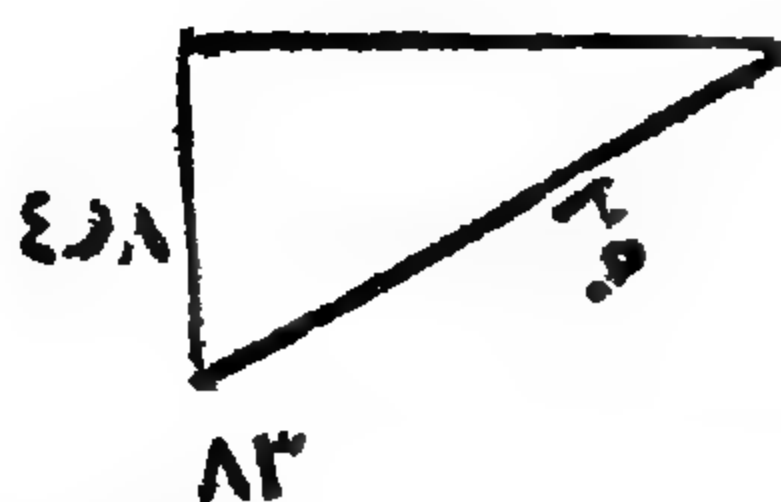
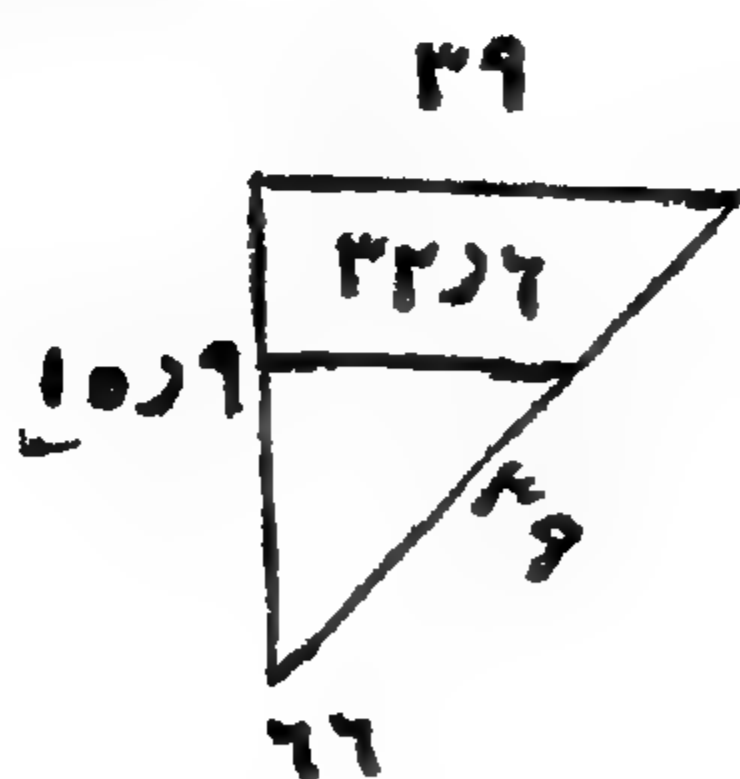
٢ ر ٢٩ ر ٣٤ الباقي لوقت الزوال

٣٠ ر ٤٨ ر ٣ ساعات الارتفاع

الثاني

٤ ر ١٨ ر ٠٤ في ٩ اميال = ٣٩

مقدار الوتر



٧٤ اتجاه السفينة شمال مشرق

٨ ر انحراف البوصلة غربي

٢٦ ر ٠٠ مجموع اتجاه السفينة

شمال مشرق

٢٣ ر ٠٠ اتجاه الشمس جنوب

مشرق

٨ ر ٠٠ انحراف غربي

٣١ ر ٠٠ مجموع اتجاه الشمس

جنوب مشرق

٢٦ ر ٠٠ مجموع اتجاه السفينة

شمال مشرق

٩٧ ر ٠٠ مجموع الاتجاهين

١٨٠ ر ٠٠

٨٣ ر ٠٠ المسافة





و بمقتضى ما تقدم يصير استخراج الطرق المجهول ثم يصحح به ميل الشمس  
لكل من الارتفاعين فيوجد ميل الشمس الاول الصحيح ٢٠ درجة و ٥٤  
دقيقة و ٢٠ ثانية وميل الشمس في وقت الارتفاع الثاني ٢٠ درجة  
و ٧٤ دقيقة و ٣٠ ثانية جنوب  
مطلوب تحويل مقدار الارتفاع الاصغر الى محل الارتفاع الاكبر

|  |     |     |     |
|--|-----|-----|-----|
| ارتفاع اول صحيح                              | ٢٤  | ١٨  | ٠٩  |
| فرق عرض مثلث المسافة                         | ٠٠  | ٠٤  | ٤٨  |
| الارتفاع الاول كانه نظري في محل الثاني       | ٢٤  | ٢٢  | ٥٧  |
|  | ٩٠  | ٠٠  | ٠٠  |
| تمام ارتفاع اول                              | ٦٥  | ٣٧  | ٠٣  |
| مطلوب تصحيح ساعات الارتفاع الاول             |     |     |     |
| ساعات الارتفاع الاول                         | ٩   | ٣٠  | ٢٦  |
| زمن فرق طول مثلث اتجاه السفينة               | ٠   | ٠٢  | ٣٦  |
| ساعات الارتفاع الاول كانه نظري في محل الثاني | ٠٩  | ٣٣  | ٠٢  |
|  | ١٢  | ٠٠  | ٠٠  |
| الساعات الباقية للزوال                       | ٠٢  | ٢٦  | ٥٨  |
| ساعات الارتفاع الثاني                        | ١   | ٤٨  | ٣٠  |
| يساوي زمن المسافة                            | ٤   | ١٥  | ٢٨  |
| نصف زمن المسافة                              | ٢   | ٠٧  | ٤٤  |
| مطلوب مقدار المسافة بين موقع الشمسين         |     |     |     |
| جانصاف القطر                                 | ١٠٠ | ٠٠  | ٠٠  |
| جنا ميل اول ٢٠ درجة و ٥٤ دقيقة و ٢٠ ثانية    | ٩٧  | ٩٧٠ | ٨٦٢ |
| جانصاف المسافة الساعة ٢ و ٧ دقائق و ٤٤ ثانية | ٩٧  | ٧٢٣ | ٤٠٠ |
| مجموع الثاني والثالث                         | ١٩٧ | ٦٩٤ | ٢٦٢ |

|                  |     |    |      |
|------------------|-----|----|------|
| مقدار المسافة    | ٥٩  | ١٧ | ٠٠   |
| الحاصل           | ١٨٥ | ١٥ | ٢٨   |
| نصف الحاصل       | ٩٢  | ٣٧ | ٣٩   |
| تمام ارتفاع ثاني | ٦٠  | ٢١ | ١٥   |
| باقي محفوظ       | ٣٢  | ١٦ | ٢٤   |
| فتا تمام ارتفاع  | ٠٠  | ٤٠ | ٥٧٥  |
| أول              |     |    |      |
| فتا المسافة      | ٠٠  | ٦٥ | ٦٥١  |
| جانب نصف         | ٩٩  | ٩٩ | ٥٤٣  |
| جانب باقي محفوظ  | ٩٧  | ٢٧ | ٥٢٨  |
| المجموع          | ١٩  | ٨٣ | ٣٢٩٧ |
| نصف المجموع من   | ٩   | ٤١ | ٦٦٤٨ |
| جيب القام        |     |    |      |
| نصف الزاوية      | ٣٤  | ٢٢ | ٣٠   |
| ضم مثله          | ٣٤  | ٢٢ | ٣٠   |
| زاوية            | ٠٦  | ٤٥ | ٠٠   |
| شبه              |     |    |      |
| زاوية            | ١٠  | ٣٠ | ١٠٢  |
| شبه              |     |    |      |
| زاوية            | ٠٣  | ٤٥ | ١٤   |
| شبه              |     |    |      |
| مطلوب العرض      |     |    |      |
| جاز من المسافة   | ٩   | ٩٥ | ٣١٦٦ |
|                  |     |    |      |
|                  | ٤   | ١٥ | ٢٨   |

|                      |    |    |            |
|----------------------|----|----|------------|
| .....                | ١٠ | ر  | جانب القطر |
|                      | ٠٩ | ٦٩ | ٤٢٦٢       |
|                      | ٥  | -  | =          |
| نصف المسافة          | ٢٩ | ٣٨ | ٣٠         |
| ضم مثله              | ٢٩ | ٣٨ | ٣٠         |
| المسافة              | ٥٩ | ١٧ | ٠٠         |
| مطلوب الزاوية هو شبه |    |    |            |
| جانب المسافة         | ٩٩ | ٩٣ | ٤٢٤٩       |
| دقيقة                | ١٧ |    |            |
| جانب مسافة زمني      | ٩٩ | ٥٣ | ١٦٦        |
| ساعات و ١٥ دقيقة     |    |    |            |
| ثانية                |    |    |            |
| جانب ميل ثاني        | ٩٩ | ٧٠ | ٧٥٥        |
| مجموع الثاني         | ١٩ | ٩٢ | ٣٩٢١       |
| والثالث              |    |    |            |
| جانب المسافة         | ٩٩ | ٩٣ | ٤٣٤٩       |
| جانب قطر             | ٩٢ | ٩٨ | ٩٥٧٢       |
|                      |    |    |            |
|                      | ٠٧ | ٢٩ | ٤٥         |
|                      | ١٨ | ٠٠ | ٠٠         |
| زاوية                | ١٠ | ٣٠ | ١٠٢        |
| شبه                  |    |    |            |
| مطلوب زاوية          |    |    |            |
|                      |    |    |            |
| تمام ارتفاع ثاني     | ١٦ | ٢١ | ٦٠         |
| تمام ارتفاع أول      | ٦٥ | ٢٧ | ٠٣         |

٩٥٩٤٣٠ جاتمام ارتفاع اوله ٦٥ درجة و ٣٧ دقيقة و ٣ ثانية

٩٧٤٤٧٨٦ ج زاوية ه ٣٣ درجة و ١٥ دقيقة و ٥ ثانية

١٩٧٠٤٣١١ مجموع الثاني والثالث

٩٧٥٣١٦٦ جازمن المسافة

٩٧٥١٠٤٥ جتناظر

٤٥ ١٨ ٣٤ عرض المكان شمالى فى محل الارتفاع الاول

تنبيه

متى كان تمام ميل الشمس أكثر من ٩٠ درجة وأريد استخراج الزاوية ه شه فالتابع من خانة الجيب كما صار فى العملية السابقة بصير مساويا لمقدار الزاوية الممتدة لها ولذا لا يلزم طرح الدرج والدقائق التابع من خانة الجيب من ١٨٠ درجة والباقي يكون مساويا لمقدار الزاوية ه شه المطلوبة

مثال ثالث

سنة ١٨٧٤ فى يوم ٢١ شهر مارت أعنى ان ميل الشمس يكون مساويا للصفر درجة وكان مقدار عرض البركيتة و ٥٥ دقيقة شمالى وطول موقع السفينة ٢٦ درجة و ٤٠ دقيقة شرق ارتفاع السفينة ٢٠ قدما وفى وقت الساعة ٩ و ٢٧ دقيقة و ٤٠ ثانية قبل الزوال جرى أخذ ارتفاع الشمس من المحيط الاسفل فوجد ٣٨ درجة و ٥٠ دقيقة و ٨ ثوانى وكان اتجاه الشمس من البوصلة جنوب شرق ١٠ درجات واتجاه السفينة ٥٠ درجة جنوب مغرب وانحراف البوصلة ٢ درجة غربى وكان سير السفينة فى كل ساعة ١٠ أميال وفى وقت الساعة واحدة و ٥٠ دقيقة و ٣٠ ثانية بعد الزوال صار أخذ ارتفاع الشمس مرة ثانية فوجد ٤٠ درجة و ٥٨ دقيقة و ١٥ ثانية

صورة العمل

ومطلوب العرض فى محل الارتفاع الاكبر

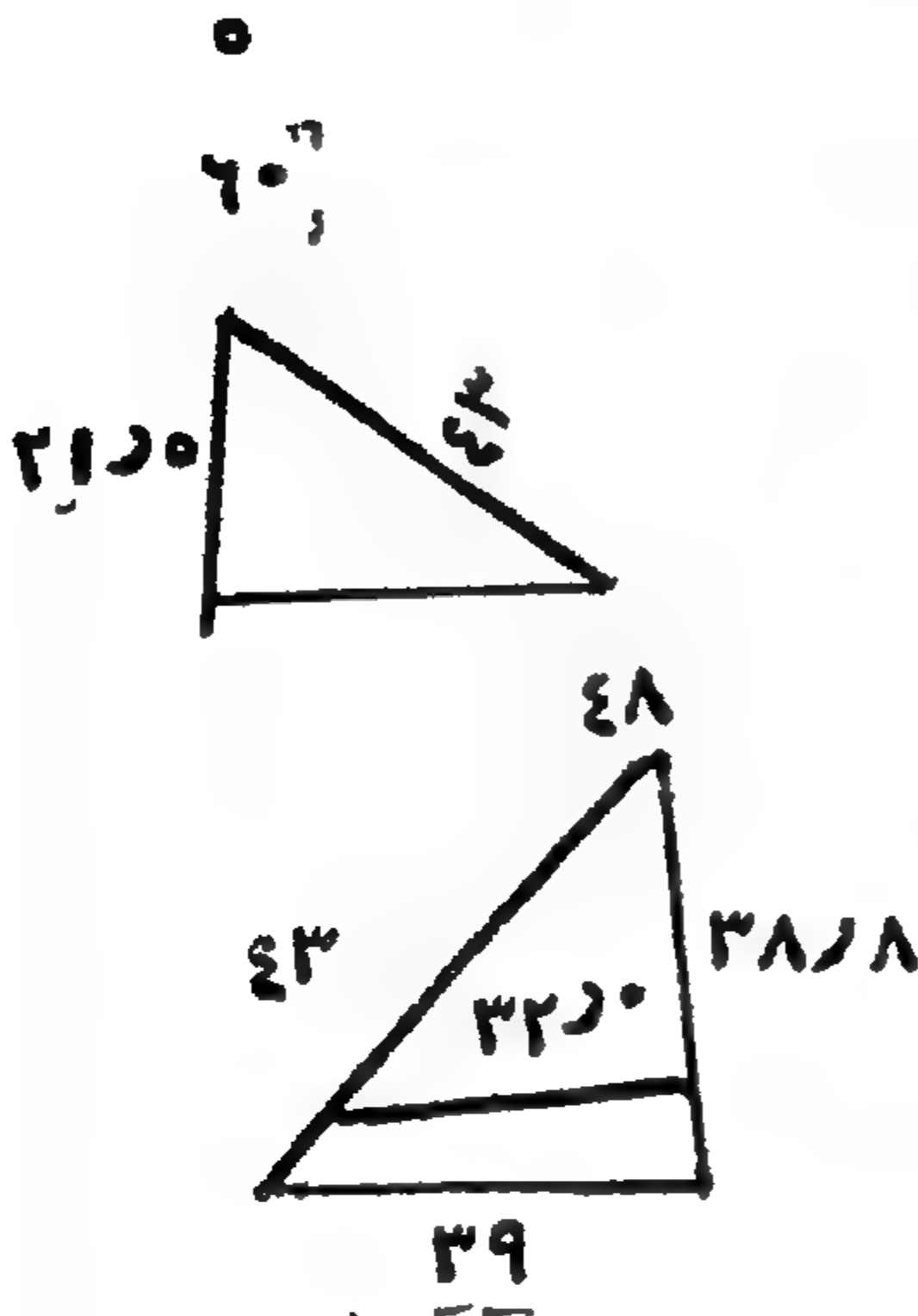
٥٠ برة سفينة جنوب مغرب

٥٢ انحراف غربى

٤٨ جميع اتجاه سفينة جنوب مغرب

٣٠ ٥٠ ١ | ساعات الارتفاع  
الثاني

٥٠ ٢٢ ٤ | زمن المسافة في ١٠  
أميال = ٣٤ مقدار الوتر



١٠ اتجاه الشمس جنوب مشرق  
٢٠ انحراف غربي

١٢ صبح اتجاه الشمس جنوب  
مشرق

٤٨ اتجاه السفينة جنوب  
مشرق  
٦٠ مقدار المسافة

مطلوب زمن المسافة بين وقتي  
الارتفاعين

٤٠ ٣٧ ٠٩ ساعات ارتفاع اول  
١٢ ٠٠ ٠٠

٢٠ ٣٢ ٠٢ الباقي لازوال  
مطلوب تصحيح الارتفاع

اول ثاني

|              |    |    |    |    |    |    |
|--------------|----|----|----|----|----|----|
| ارتفاع مأخوذ | ٤٥ | ٥٨ | ٥١ | ٣٨ | ٥٤ | ٠٨ |
| نصف القطر    | ٠٠ | ١٦ | ٠٤ | ٠٠ | ١٦ | ٠٤ |
| ارتفاع مركز  | ٤٦ | ١٤ | ٥٥ | ٣٩ | ١٠ | ١٢ |
| ارتفاع سفينة | ٠٠ | ٠٤ | ٣٤ | ٠٠ | ٠٤ | ٢٤ |
| ارتفاع ظاهري | ٤٦ | ١٠ | ٣١ | ٣٩ | ٠٥ | ٤٨ |
| انعطاف شعاع  | ٠٠ | ٠٠ | ٥٠ | ٠٠ | ٠١ | ٥٥ |
| ارتفاع صبح   | ٤٦ | ٠٩ | ٤١ | ٣٩ | ٠٤ | ٤٣ |
|              | ٩٠ | ٠٠ | ٠٠ |    |    |    |

١٩ ٥٠ ٤٣ | تمام ارتفاع ثاني



مطلوب تحويل الارتفاع الاول الى محل الارتفاع الثاني

|    |    |    |   |
|----|----|----|---|
| ٤٣ | ٠٤ | ٣٩ | ارتفاع أول                                  |
| ٣٠ | ٢١ | -  | فرق عرض مثلث المسافة                        |
| ١٣ | ٤٣ | ٣٨ | ارتفاع أول كانه نظري في محل الارتفاع الثاني |
| ٠٠ | ٠٠ | ٩٠ |   |
| ٤٧ | ١٦ | ٥١ | تمام ارتفاع أول                             |

حيث ان ميل الشمس يساوي صفر درجة فتكون الشمس على خط الاستواء و زمن المسافة الواقعة بين موقع الشمس ودائرة نصف نهار المكان يكون مساويا لمقدار ساعات الارتفاع الثاني وحينئذ يؤخذ جيب تمام ساعات الارتفاع الثاني وتطرح من جيب تمام الارتفاع الثاني وينظر على الباقي من جيب التمام ينتج مقدار العرض المطلوب هكذا

٩٠٨٥٨١٢٠ ج ارتفاع ثاني ٤٦ درجة و ٩ دقائق و ١٤ ثانية  
 ٩٠٩٤٧٤٣٤ جتا ١ ساعة و ٥٠ دقيقة و ٣ ثانية  
 ٩٠٩١٠٦٨٦ جتا نظر

٣٥ ٣٠ ٠٠ عرض المكان في محل الارتفاع الثاني  
 ٠٠ ٢٨ ٤٨ فرق عرض مثلث اتجاه السفينة

٣٥ ٥٨٧٤٨ عرض محل الارتفاع الاول  
 ١١٠ في بيان ساعة الطول أي ساعة القورنومتر

ساعة الطول هي ساعة محكمة الصناعة ومضبوطة الحركة وهي مركبة على بندل معتدل مركب من معدنين مختلفين أحدهما من معدن النحاس الأحمر والثاني معدنه من الحديد الجيد الصلب ومن المعلوم أن معدن النحاس يكون قابلا للتمدد والانضمار زيادة عن معدن الحديد الصلب وأنه من قبل وضع هذا البندول في الساعة قد صار وضعه في درجة الحرارة مدة من الزمن ثم وضع في درجة البرودة مدة أخرى وبهذا السبب لا يصير تأثير

البرودة ولا الحرارة في حركة الساعة الاشياء سيرا ثم ان الساعة المذكورة  
يوجد في مركزها عقرب للساعات وعقرب للدقائق كسائر الساعات وأما  
عقرب الثواني فيكون منفردا في دائرة وفي كل ثانية يوجد له ضربتان  
احد في راس كل ثانية والثانية في وسط كل ثانية ويوجد ايضا  
في الساعة المذكورة عقرب آخر يعلم منه مقدار الساعات والايام التي تمضي  
من وقت تدويرها الى الوقت الذي تنظر فيه وقد يوجد في بعض الساعات  
مقدار من ٨ ساعة أو ٤ ساعة أو ٦ ساعة أو تكون مدة زمانها ثمانية  
ايام وذلك على حسب طول الجزيير الموجود فيها وقد يصير تدوير الساعة  
المذكورة على حسب مدة ساعاتها المعلومة من العقرب المتقدم ذكره  
والاحسن أن يصير تدويرها في كل ٢٤ ساعة ويكون المدور لها شخصا  
معتادا على تدوير الساعات بالترتيب بحيث لا يصير مستعجلا في التدوير  
ولامتناهيا بالكلية بل يكون التدوير في حالة متوسطة وبهذا يصير الاعتقاد  
على تدوير الساعة المذكورة وهذه الساعة تكون دائرة على وقت  
نصف نهار يوم متوسط بالنسبة للكان المعتبر مبدأ طول ويصير وضعها  
في مكان يكون خاليا عن الحركة والارتجاج الذي يحصل لسفائن البحار  
الناشئة من تحرك المكينة ولا يصير ربط الساعة المذكورة بالمسامير التي  
توجد بها في أثناء السفر

وحيث كانت هذه الساعة دائرة على وقت متوسط نصف نهار البلد المعتبر  
مبدأ طول فينبغي أن لا يختلف زمنها عن زمن الساعات التي توجد  
في المكان المذكور لا بقدر تعديل الزمن في العلوم في كتاب معرفة  
الازمان ويكون اختلاف زمنها عن زمن الساعات التي توجد في الاماكن  
التي تكون في جهة مشرق أو مغرب خط نصف النهار المعتبر مبدأ طول  
بقدر زمن التعديل وزمن مقدار الطول الكائن بين الاماكن المذكورة  
ونصف نهار البلد المعتبر مبدأ طول وحيث كان المعتبر في وقت تساها وان  
مبدأ الطول بالنسبة لاهالي انكثرة مدينة غر فويج وبالنسبة لاهل فرانس  
مدينة باريز فالساعة المذكورة اما ان تكون دائرة على وقت نصف نهار  
غر فويج المتوسط أو على وقت نصف نهار باريز ولذلك اذا صار مقابلة زمن

الساعة المذكورة بعد التصحيح بزمن ساعة مضبوطة بالنسبة لأوقات المكان  
فيكون الفرق الذي يوجد بين زمانيهما هو مقدار الطول ولزيادة التوضيح  
ذكرنا هذه الأمثلة الآتية

### مثال أول

زمن ساعة الطول بمدينة غرنويج يساوي ٣ ساعات و ٢٤ دقيقة و ٣٠ ثانية  
والمطلوب معرفة وقت زمن الساعة المعتادة في البلد المذكورة في يوم ١٥  
شهر يوليو سنة ١٨٧٤

### مثال آخر

|  |    |    |    |                       |
|--|----|----|----|-----------------------|
|  | ٣٠ | ٢٤ | ٣  | وقت متوسط غرنويج طرح  |
|  | ٣٨ | ٠٠ | ٠٠ | مقدار تعديل الزمن طرح |
|  | ٥٢ | ١٨ | ٣  | زمن الساعة المعتادة   |

زمن ساعة الطول بمدينة غرنويج يساوي ٤ ساعات و ٣٠ دقيقة و ٤٠  
ثانية والمطلوب وقت زمن الساعة المعتادة في مدينة ~~سكندرية~~ في يوم  
١٠ شهر ابريل سنة ١٨٧٤

|  |    |    |    |                              |
|--|----|----|----|------------------------------|
|  | ٤٠ | ٣٠ | ٠٤ | وقت متوسط غرنويج طرح         |
|  | ١٨ | ٠١ | ٠٠ | مقدار تعديل الزمن طرح        |
|  | ٢٢ | ٢٩ | ٠٤ | وقت حقيقي غرنويج             |
|  | ٣٢ | ٥٩ | ٠١ | زمن الطول شرق يضم            |
|  | ٥٤ | ٢٨ | ٠٦ | زمن الساعة المعتادة بسكندرية |

وبمقتضى عملية المثال الثاني اذا كانت ساعة الطول واقفة وأريد تدويرها  
على ساعة معتادة تكون مضبوطة فيصير نحو ويل الوقت الذي تكون  
ساعة الطول واقفة عليه الى وقت الساعة المعتادة ومنى وجد هذا الوقت  
بالساعة المعتادة يصير تدوير ساعة الطول المذكورة



في كيفية تصحيح ساعة الطول

١١١

طريق ذلك ان يؤخذ ارتفاع من الشمس قبل الزوال أو بعده بحيث يسكن الوقت الذي يؤخذ فيه الارتفاع متوسطا بين شروق الشمس والظهور أو غروب الشمس والظهور ولا يصير أخذ ارتفاع الشمس وهي قريبة من الافق لانه يحصل زيادة انعطاف الشمس وزيادة اختلاف المنظر ولا يصير أخذ الارتفاع قريباً من الزوال لار حركه الشمس تكون بطيئة جداً ويحصل عدم صحة العمل في الوقتين المذكورين وعند أخذ الارتفاع يصير تعداد ساعات ودقائق وثواني ساعة الطول ثم يصير تصحيح ميل الشمس بوقت ساعة الطول وبواسطة ميل الشمس والعرض والارتفاع الذي يؤخذ ويحول الى الارتفاع الصحيح يصير استخراج زمن فضل الدائر كما تقدم فاذا كان الارتفاع المأخوذ قبل الزوال فيصير طرح زمن فضل الدائر من مقدار ٢٤ ساعة والنتائج يضم عليه تعديل الزمن أو يطرح منه بحسب ما يوجد في كتاب معرفة الا زمان ثم يصير تحويل مقدار طول المكان الى ساعات زمانية فان كان جنس الطول شرقياً يطرح من زمن الساعات الموجودة وان كان جنس الطول غربياً يضم والنتائج يكون وقتاً متوسطاً صحيحاً بالبلد المعتبر مبدأ طول ثم يصير وضع زمن الساعة المعلومه تحته ويطرح الاقل من الاكثر والنتائج يكون هو الفرق بين الوقت الصحيح والوقت الغير الصحيح وبهذا يعلم مقدار تأخير الساعة أو تقديمها في اليوم المعلوم

مثال أول

سنة ١٨٧٤ في يوم ١٥ شهر مايس عرض سكوندريه شمالي ٣١ درجة و ١١ دقيقة والطول ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرق نصف نهار غروب وارتفاع السفينة ٢٠ قدم وكانت ساعة الطول وقت أخذ ارتفاع الشمس ٢ ساعات و ٢٦ دقيقة و ٤ ثانية وارتفاع الشمس من المحيط الاسمر ٤١ درجة و ٤ دقائق و ١٧ ثانية والمطلوب مقدار تقديم الساعة أو تأخيرها عن الوقت الصحيح صورة العمل



| مطلوب ارتفاع صحیح          | يوم                         | ٥  | ٢٦ | ٤٠ |
|----------------------------|-----------------------------|----|----|----|
| ٥ -                        | حساب                        | ١٥ | ٠٦ | ٢٦ |
| ١٧ ٠٦ ٤١ ارتفاع مأخوذ      | اعتباری                     | ٠١ | ١٢ | ٠٠ |
| محیط أسفل                  | طرح يوم                     | ٠١ | ١٢ | ٠٠ |
| ٥١ ١٥ ٠٠ نصف قطر الشمس     | وضم ١٣ ساعه                 |    |    |    |
| ٠٨ ٢٢ ٤١ ارتفاع مركز       | وقت فلکی                    | ١٤ | ١٨ | ٢٦ |
| ٢٤ ٠٤ ٠٠ ارتفاع سفینه      | غروب                        |    |    |    |
| ٢٠ قدما                    | مطلوب فرق میل               |    |    |    |
| ٤٤ ١٧ ٤١ ارتفاع ظاهری      | میل الشمس فی                | ١٨ | ٣٩ | ٢٠ |
| ٠٠ ٠١ ٠٠ انعطاف شعاع       | ١٤ مایس                     |    |    |    |
| ٤٤ ١٦ ٤١ ارتفاع صحیح       | ٣٩ ٥٣ ١٨ شرحه فی ١٥         |    |    |    |
| ٠٠ ٠٠ ٩٠                   | ١٩ ١٤ ٠٠ فرق المیل فی ٢٤    |    |    |    |
| ١٦ ٤٣ ٤٨ تمام ارتفاع       | ساعه                        |    |    |    |
| مطلوب مضل الدائر           | ٢٢ ١٤ ١١ ر. انساب فلکی غروب |    |    |    |
| ٥ -                        | ٤٣ ٩٩ ١٠ انساب فرق میل      |    |    |    |
| ١٦ ٤٣ ٤٨ تمام ارتفاع       | ٦٥ ١٣ ١٢ انساب طرف ثانی     |    |    |    |
| ٠٠ ٤٩ ٥٨ تمام عرض          | ١١ ٠٠                       |    |    |    |
| ٤٠ ٠٩ ٧١ تمام میل          | ٢٠ ٣٩ ١٨ میل الشمس فی       |    |    |    |
| ٥٦ ٤١ ١٧٨ الحاصل           | ١٤ مایس                     |    |    |    |
| ٥٨ ٢٠ ٠٨٩ نصف الحاصل       | ٠٠ ١١ ٠٠ طرف ثانی           |    |    |    |
| ١٦ ٤٣ ٠٤٨ تمام ارتفاع      | ٢٠ ٥٠ ١٨ میل صحیح شمال      |    |    |    |
| ٤٢ ٣٧ ٠٤٠ باقی محفوظ       | ٠٠ ٠٠ ٩٠                    |    |    |    |
| ٧٢ ٧٧ ٠٦٠٢ قنا تمام عرض    | ٤٠ ٠٩ ٧١ تمام میل           |    |    |    |
| ٠٨ ٣٩ ٠٢٠٢ قنا تمام میل    | مطلوب تمام عرض              |    |    |    |
| ٧٢ ٩٩ ٩٩٩٩٩ جان نصف الحاصل | ١١ ٣١ عرض شمال              |    |    |    |
| ٨٨ ١٣ ٩٨٨١ باقی محفوظ      | ٠٠ ٩٠                       |    |    |    |
| ٤٠ ٥٣ ٩٠٩٠٩٠ الحاصل        | ٤٩ ٥٨ تمام عرض              |    |    |    |

|                        |                       |
|------------------------|-----------------------|
| ٥٩ ٢٥ ٢٠ وقت متوسط محل | ٩٩٥٢٦٧٠ جئاتظر =      |
| ٣٢ ٥٩ ٠١ زمن الطول شرق | ٥ - -                 |
| ٢٧ ٢٦ ١٨ وقت متوسط     | ٠٤ ٤٥ ١ نصف الزاوية   |
| غروب صحيح              | ٠٤ ٤٥ ١ ضم مثله       |
| ٤٠ ٢٦ ١٨ وقت متوسط     | ٠٨ ٣٠ ٣ فضل الدائر    |
| قورنومتر               | ٢٤ ٠٠ ٠٠              |
| ١٣ ٠٠ ٠٠ تقديم الساعة  | ٥٢ ٢٩ ٢٠ وقت صحيح محل |
|                        | ٥٣ ٠٣ ٠٠ تعديل زمن    |

### مثال ثانى

سنة ١٨٧٤ في يوم ٢٣ شهر سبتمبر اعنى ان ميل الشمس يساوى صفر درجة و عرض المحروسه يساوى ٣٠ درجة و ٢ دقيقة و ٤ ثواني و طول محل المحروسه ٣١ درجة و ١٥ دقيقة و ١٢ ثانية شرق نصف نهار غروب و ارتفاع السفينة ٢٠ قدما و في وقت الساعة ٧ و ٣٧ دقيقة و ٢٠ ثانية من ساعة الطول جرى أخذ ارتفاع الشمس من المحيط الاسفل فوجد ٤٤ درجة و ٣٧ دقيقة و ٥ ثانية و المطلوب تقديم أو تأخير ساعة القورنومتر

### صورة العمل

|                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| ٢٧ ٤٨ ٤٤ ارتفاع صحيح  | مطلوب تصحيح الارتفاع  |
| ٩٠ ٠٠ ٠٠              | ٥ - -                 |
| ٣٣ ١١ ٤٥ تمام ارتفاع  | ٤٥ ٣٧ ٤٤ ارتفاع مأخوذ |
| ٥٦ ٥٧ ٥٩ تمام عرض     | محيط أسفل             |
| ٩٠ ٠٠ ٠٠ تمام ميل حيث | ٥٩ ١٥ ٠٠ نصف قطار     |
| ان الميل صفر فيكون    | ٤٤ ٥٣ ٤٤ ارتفاع مركز  |
| تمامه ٩٠ درجة         | ٢٤ ٠٤ ٠٠ ارتفاع سفينة |
| ٢٩ ٠٩ ١٩٥ الحاصل      | ٢٠ قدما               |
| ٤٤ ٣٤ ٩٧ نصف الحاصل   | ٢٠ ٤٩ ٤٤ ارتفاع ظاهري |
| ٣٣ ١١ ٤٥ تمام ارتفاع  | ٥٣ ٠٠ ٠٠ انعطاف شعاع  |

|                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| ٥٨ ٣٧ ٢١ فضل الدائر   | ١١ ٢٣ ٥٢ باقى محفوظ       |
| ٣٥ ٠٧ ٠٠ تعديل الزمن  | ١٥ ٠٦ ٢٦ ر. قتمام عرض     |
| ٢٢ ٣٠ ٢١              | ٠٠ ٠٠ ٠٠ ر. قتمام ميل     |
| ٤٨ ٠٠ ٠٠ = زمن        | ٨٩ ٩٩ ٩٩ ر. جانصاف الحاصل |
| الطول                 | ١١ ٨٩ ٨٨ ر. جانصاف محفوظ  |
| ١٢ ٢٢ ٢٥ وقت متوسط    | ١٥ ٧٦ ٩٥ ر. الحاصل        |
| غروب                  | ٠٧ ٨٨ ٩٧ ر. نصف الحاصل    |
| ٠٠ ٢٠ ٣٧ وقت متوسط    | من تمام الجيب =           |
| قرونومتر              |                           |
| ٤٨ ٥٧ ١١ تقديم الساعة | ٠ ١ ١١ نصف الزاوية        |
|                       | ٠ ١ ١١ ضم مثله            |
|                       | ٠٢ ٢٢ ٠٢                  |
|                       | ٠٠ ٠٠ ٢٤                  |

طريق آخر في تصحيح ساعة الطول بواسطة الارتفاعات المتناظرة  
 ١١٢ يؤخذ ارتفاع الشمس قبل الزوال وينظر الى وقت ساعة الطول  
 ويحفظ مقدارهما ثم ينتظر الراصد من بعد الزوال الى ارتفاع الشمس ومتى  
 وجد مساويا للارتفاع المأخوذ قبل الزوال ينظر الى ساعة الطول ثم يصير  
 تحريرهما تحت بعض ويضم مقدار ساعات الارتفاع الاول على مقدار  
 ساعات الارتفاع المنطور من بعد الزوال بعد ضم ١٢ ساعة على ساعاته  
 وهذا اذا وجد ساعات الطول التي نظرت من بعد الزوال قد مضى وقت  
 زوالها وأما اذا وجد وقتها قبل الزوال فلا يلزم ضم ١٢ ساعة على الوقت  
 المذكور وبعد الجمع يؤخذ النصف فيصير مقدار ذلك النصف مساويا  
 لوقت زوال ساعة الطول ثم يطرح ساعات الارتفاع الاول من وقت ساعات  
 الارتفاع الذي أخذ بعد الزوال والباقي يكون مقدار المسافة الواقعة بين  
 وقتي الارتفاعين وأما اذا صار أخذ جملة ارتفاعات قبل الزوال وتحريره مقدار  
 زمن الساعة لكل ارتفاع ثم انتظر الراصد تلك الارتفاعات من بعد

الزوال وكما وجد ارتفاع مساو بالنظير. يصير النظر الى ساعة الطول  
ويؤخذ وقتها وهكذا حتى تنتهي الارتفاعات المذكورة ثم يصير جمع  
الاوراق المتطورة قبل الزوال والساعات المتطورة بعد الزوال ويؤخذ  
متوسط كل منهما و يصير استخراج زوال ساعة الطول والمسافة كما تقدم  
وبعد هذا يؤخذ طول الشمس من كتاب معرفة الايمان و يصير تقسيمه  
على مقدار ٣٠ درجة التي هي مقدار درج كل برج فينتج عدد البروج  
والكسور التي تبقى من درج المقسوم فتؤخذ مع عدد البروج من جداول  
٣٧ الموجودة في الاوغار يتم المحرر عليها قسم اول وقسم ثاني ويؤخذ  
مقدار المسافة بين الوقتين ويقابل بهما من الخانة التي توجد تحت اسم  
البرج مع كسور الدرج والناتج من جدول قسم اول يوجد ثواني فيؤخذ  
بعلامته ان كانت علامته - او + وكذلك تؤخذ ساعات المسافة  
من جدول اول قسم ثاني تحت الخانة الماخوذ فيها اعداد قسم اول وتؤخذ  
ايضا بعلامتها الموجودة و بعد هذا يصير استخراج ظل مقدار عرض المكان  
وانساب اعداد قسم اول من انساب العدد و يصير جمعها و بعد طرح  
العشرات يتظر على الباقي من جدول انساب الاعداد ويؤخذ اعداد الصحيح  
المقابل للانساب المذكورة ويوضع له علامة اعداد القسم الاول ثم  
يوضع تحته اعداد قسم ثاني بعلامته فان كانا متحدين في العلامة يصير جمعها  
وان كانا مختلفين في العلامة يصير طرحهما من بعضهما ويوضع للباقي علامة  
الاكبر منهما ثم يصير وضع هذا المقدار الذي هو ثواني وعددا عشاري  
تحت ساعات ودقائق زوال ساعة الطول ويضم او يطرح بوجب علامته  
والناتج يكون مساو بالوقت صحيح زوال ساعة الطول ثم يصير وضع ١٢  
ساعة وقت زوال المحل ويوضع تحتها مقدار تعديل الزمن و يطرح او يضم  
حسب علامة الجدول و بعد تحويل الطول الى وقت زمني يصير طرحه ان  
كان الطول شرقيا ويضم ان كان غربيا والناتج يكون وقت زوال  
غروب الشمس ثم يوضع تحته زوال ساعة الطول و يطرح الاصغر من الاكبر  
والناتج من بعد الطرح يكون هو تاخير او تقديم ساعة الطول المذكورة

مثال اول





ويؤخذ من جدول ٣٧ الموجود باللوغار يتم مقدار المسافة التي هي  
خمس ساعات و ١٥ دقائق و ١٥ ثانية من بين الجدول المذكور من أعداد  
البرج السابع من تحت ٥ دقائق تحت ١٣ ثانية و ٧٧ من مائة في القسم  
الأول و علامته + ثم يؤخذ مقدار المسافة أيضا من جدول قسم ثاني  
من تحت برج سابع في خانة الخمسة دقائق تحت ٢ ثانية و ٥٦ من مائة  
و علامته +

مطلوب مقدار التصليح

٩٧٨١٩١٦ انساب ماس عرض ٣١ درجة و ١١ دقيقة  
١١٣٨٩٣٤ انساب عدد قسم أول ٧٧ من مائة و ١٣ ثانية  
المجموع ١٠٨٩٢٠٨٠٠

١٠٨٩٢٠٨٠٠

٠٨٩٢٠٨٠٠ يتظر من انساب العدد =

+ ٠٨ ٣٣ بعلامة قسم أول

+ ٠٢ ٥٦ أعداد قسم ثاني

+ ١٠ ٨٩ مقدار التصليح =

مطلوب صحيح وقت زوال ساعة القورنومتر

٠٠ ٠٤ ٤٤ ١١ وقت متوسط

سكندرية

٠٠ ٣٢ ٥٩ ٠٩ زمن الطول

شرق

٠٠ ٣٢ ٤٤ ٠٩ زوال غروب

٩١ ٥٩ ٣٩ ٠٩ زوال

قورنومتر الصحيح

٠٩ ٣٢ ٠٤ ٠٠ مقدار

تأخير الساعة

قاعدة أخرى

في تصحيح ساعة الطول بواسطة

الجدول الآتي

ع ٠٢ ٤٩ ٣٩ ٩

١٠ ٨٩

مقدار التصليح

يضم

٩١ ٥٩ ٣٩ ٩ صحيح زوال

قورنومتر

مطلوب وقت زوال غروب

ع ٠٢ ٤٩ ٣٩ ٩

١٢ ٠٠ ٠٠ زوال

سكندرية

٠٠ ٥٦ ١٥ تعديل الزمن

طرح

\*(٢٩٢)\*

| ساعات المسافة | غرة أ   | غرة ب   |
|---------------|---------|---------|
| ٥ ١ ٣٠        | ١ ٩٧١٤٨ | ١ ٩٧٩٩١ |
| ٠ ١ ٤٠        | ١ ٩٧٠٨٢ | ١ ٩٨١٢٣ |
| ٠ ١ ٥٠        | ١ ٩٧٠٠٩ | ١ ٩٨٢٧٢ |
| ٠ ٢ ٠٠        | ١ ٩٦٩٣٠ | ١ ٩٨٤٣٥ |
| ٠ ٢ ١٠        | ١ ٩٦٨٤٣ | ١ ٩٨٦١٤ |
| ٠ ٢ ٢٠        | ١ ٩٦٧٥٠ | ١ ٩٨٨٠٨ |
| ٠ ٢ ٣٠        | ١ ٩٦٦٤٩ | ١ ٩٩٠١٧ |
| ٠ ٢ ٤٠        | ١ ٩٦٥٤١ | ١ ٩٩٢٤٣ |
| ٠ ٢ ٥٠        | ١ ٩٦٤٢٦ | ١ ٩٩٤٨٤ |
| ٠ ٣ ٠٠        | ١ ٩٦٣٠٠ | ١ ٩٩٧٤٣ |
| ٠ ٣ ١٠        | ١ ٩٦١٧٦ | ٢ ٠٠٠١٩ |
| ٠ ٣ ٢٠        | ١ ٩٦٠٤٠ | ٢ ٠٠٣١٢ |
| ٠ ٣ ٣٠        | ١ ٩٥٨٩٧ | ٢ ٠٠٦٢٣ |
| ٠ ٣ ٤٠        | ١ ٩٥٧٤٧ | ٢ ٠٠٩٥٤ |
| ٠ ٣ ٥٠        | ١ ٩٥٥٨٩ | ٢ ٠١٣٠٣ |
| ٠ ٤ ٠٠        | ١ ٩٥٤٢٤ | ٢ ٠١٦٧١ |
| ٠ ٤ ١٠        | ١ ٩٥٢٥٢ | ٢ ٠٢٠٦٠ |
| ٠ ٤ ٢٠        | ١ ٩٥٠٧٣ | ٢ ٠٢٤٧٠ |
| ٠ ٤ ٣٠        | ١ ٩٤٨٨٦ | ٢ ٠٢٩٠١ |
| ٠ ٤ ٤٠        | ١ ٩٤٦٩٢ | ٢ ٠٣٣٥٦ |
| ٠ ٤ ٥٠        | ١ ٩٤٤٩٠ | ٢ ٠٣٨٣٣ |
| ٠ ٥ ٠٠        | ١ ٩٤٢٨١ | ٢ ٠٤٢٣٤ |
| ٠ ٥ ١٠        | ١ ٩٤٠٦٤ | ٢ ٠٤٨٦١ |
| ٠ ٥ ٢٠        | ١ ٩٣٨٤٠ | ٢ ٠٥٤١٤ |
| ٠ ٥ ٣٠        | ١ ٩٣٦٠٨ | ٢ ٠٥٩٩٦ |

| ساعات للمضافة | غرة أ    | غرة ب    |
|---------------|----------|----------|
| ٤٠ ٠٥         | ١٢ ٩٢٣٦٨ | ٢٢ ٠٦٦٠٥ |
| ٥٠ ٠٥         | ١٢ ٩٣١٢٢ | ٢٢ ٠٧٢٤٦ |
| ٠٠ ٠٦         | ١٢ ٩٢٨٦٦ | ٢٢ ٠٧٩١٨ |
| ١٠ ٠٦         | ١٢ ٩٢٦٠٤ | ٢٢ ٠٨٦٢٤ |
| ٢٠ ٠٦         | ١٢ ٩٢٣٣٢ | ٣٢ ٠٩٣٦٥ |
| ٣٠ ٠٦         | ١٢ ٩٢٠٥٤ | ٢٢ ١٠١٤٣ |
| ٤٠ ٠٦         | ١٢ ٩١٧٦٧ | ٢٢ ١٠٩٦١ |
| ٥٠ ٠٦         | ١٢ ٩١٤٧٣ | ٢٢ ١١٨٢٤ |
| ٠٠ ٠٧         | ١٢ ٩١١٧٠ | ٢٢ ١٢٧٢٥ |
| ١٠ ٠٧         | ١٢ ٩٠٨٥٩ | ٢٢ ١٣٦٧٨ |
| ٢٠ ٠٧         | ١٢ ٩٠٥٣٩ | ٢٢ ١٤٦٨٠ |
| ٣٠ ٠٧         | ١٢ ٩٠٢١٢ | ٢٢ ١٥٧٣٨ |
| ٤٠ ٠٧         | ١٢ ٨٩٨٧٦ | ٢٢ ١٦٨٥٤ |
| ٥٠ ٠٧         | ١٢ ٨٩٥٣١ | ٢٢ ١٨٠٣٣ |
| ٠٠ ٠٨         | ١٢ ٨٩١٧٧ | ٢٢ ١٩٢٨٠ |
| ١٠ ٠٨         | ١٢ ٨٨٨١٥ | ٢٢ ٢٠٦٠٢ |
| ٢٠ ٠٨         | ١٢ ٨٨٤٤٤ | ٢٢ ٢٢٠٠٣ |
| ٣٠ ٠٨         | ١٢ ٨٨٠٦٤ | ٢٢ ٢٣٤٩٣ |
| ٤٠ ٠٨         | ١٢ ٨٧٦٧٢ | ٢٢ ٢٥٠٨١ |
| ٥٠ ٠٨         | ١٢ ٨٧٢٧٨ | ٢٢ ٢٦٧٧٥ |
| ٠٠ ٠٩         | ١٢ ٨٦٨٧٠ | ٢٢ ٢٨٥٨٧ |
| ١٠ ٠٩         | ١٢ ٨٦٤٥٤ | ٢٢ ٣٠٥٣١ |
| ٢٠ ٠٩         | ١٢ ٨٦٠٢٩ | ٢٢ ٣٢٦٢٣ |
| ٣٠ ٠٩         | ١٢ ٨٥٥٩٣ | ٢٢ ٣٤٨٨٢ |
| ٤٠ ٠٩         | ١٢ ٨٥١٤٨ | ٢٢ ٣٧٣٢٤ |



وطريق العمل بواسطة الجدول المذكوران بصير تحويل وقت زوال المحل  
 الى وقت زوال غروب بالوقت المتوسط اعني انه يصير طرح اوسط زمن  
 التعديل على وقت زوال المحل بحسب ما يوجد من العلامة في جدول معرفة  
 الزمان والحاصل أو الباقي يكون وقته متوسطة بعمل العمل ثم يطرح  
 زمن الطول ان كان شرقيا ويضم ان كان غربيا والناجم يكون وقت غروب  
 ثم يصير استخراج المسافة بين وقتي الارتفاعين ويؤخذ نصف ذلك الزمن  
 ويحفظ وبعد هذا يصير تصحيح ميل الشمس بواسطة وقت غروب المتقدم  
 ذكره وكذلك بواسطة فرق ميل الشمس وبعد هذا يؤخذ من الجدول  
 تحت عمدة (أ) وتحت عمدة (ب) مقدار انساب المسافة المألومة ثم يؤخذ تمام  
 مماس العرض ويوضع تحت أعداد جدول (أ) ويؤخذ تمام مماس ميل  
 الشمس الصحيح ويوضع تحت أعداد جدول (ب) ثم يؤخذ انساب فرق ميل  
 الشمس ويوضع تحت كل منهما ثم يصير جمع الانساب التي تحت حرف (ب)  
 التي تحت حرف (أ) ويبحث عن مقدار كل منهما من جدول انساب فرق  
 ميل الشمس والذي ينتج يوضع تحت كل واحد منهما ثم ينظر الى جنس  
 العرض وجنس ميل الشمس فان كان ميل الشمس يأخذ في التناقص  
 ومن جنس العرض في وضع علامة + لنتائج انساب حرف (أ) وان كان ميل  
 الشمس يأخذ في التزايد ويكون مخالفا لجنس عرض المكان فيوضع له  
 علامة (-) وأما النتائج من انساب الأعداد التي توجد تحت حرف (ب) ينظر  
 أيضا فان كان الميل يأخذ في التناقص يوضع له علامة - وان كان ميل  
 الشمس المذكور يأخذ في التزايد يوضع له علامة + ثم يصير وضع نتائج أعداد  
 حرف (ب) تحت نتائج الأعداد التي تحت حرف (أ) وينظر لجنس علامتهما  
 فان كانا متدين في العلامة يصير جمعهما وان كانا مختلفي العلامة يصير طرح  
 أحدهما من الآخر ويوضع للباقي علامة العدد الأكبر والباقي أو الحاصل  
 هو مقدار تعديل الزمن الكائن بين وقتي الارتفاعين المأخوذ من قبل وبعد  
 الزوال ويسمى هذا العدد بالتصليح ثم يؤخذ مقدار ساعات الارتفاع الأول  
 ويضم عليه مقدار ساعات نصف المسافة ويوضع تحته مقدار التصليح  
 ويضم أو يطرح على حسب علامته والباقي أو الحاصل يكون مساويا لوقت

زوال ساعة الطول فيوضع هذا الحاصل تحت وقت زوال غروب المبحر  
سابقا وي طرح أحدهما من الآخر والناجم ~~يك~~ ون مقدار التأخير  
أو التقديم المطلوب مثال من ذلك

سنة ١٨٧٤ في يوم ٧ شهر أغسطس عرض سكوندرية ٣١ درجة و ١١  
دقيقة شمالي والطول ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرق نصف نهار  
غروب مبحر وساعة القرونومتر التي نظرت وقت الارتفاع المأخوذ قبل الزوال  
الساعة ٧ و ٢٥ دقيقة و ٢٤ ثانية وأيضاً من الساعة المذكورة وقت  
أخذ الارتفاع المذكور بعد الزوال كان .. ساعة و ٥٩ دقيقة و ٥٥  
ثانية والمطلوب تقديم أو تأخير الساعة في اليوم المذكور

صورة العمل

| يوم                     | س  | د  | ص  |
|-------------------------|----|----|----|
| زوال سكوندرية           | ٧  | ٠٠ | ٠٠ |
| تعديل الزمن ضم          | ٥  | ٠٠ | ٣١ |
| وقت متوسط محل           | ٠٧ | ٠٠ | ٣١ |
| زمن الطول شرق طرح       | ٠٠ | ٠١ | ٥٩ |
| حساب فلكي متوسط غروب    | ٠٦ | ٢٢ | ٥٩ |
| مطلوب مقدار زمن المسافة |    |    |    |

| س                       | د  | ص  |
|-------------------------|----|----|
| ساعات ارتفاع قبل الزوال | ٠٧ | ٢٥ |
| ساعات ارتفاع بعد الزوال | ١٢ | ٥٩ |
| زمن المسافة             | ٥  | ٣٤ |
| نصف المسافة             | ٢  | ٤٧ |

مطلوب فرق ميل الشمس

| ميل يوم    | س  | د  | ص  |
|------------|----|----|----|
| ٦ أغسطس    | ١٦ | ٤١ | ٥٨ |
| ٧ أغسطس    | ١٦ | ٢٥ | ١٧ |
| فرق ميل في | ٠٠ | ١٦ | ٤١ |

ع = ٤٢ ٣ = فرق ميل الشمس في مدة ساعة  
 ٠ ٢ ٠ ضرب في الساعة ٢ مقدار زمن الطول  
 ٦ ٢٤ ١ طرف ثاني = ١ دقيقة و ٢٤ ثانية  
 مطلوب ميل الشمس الصحيح

١٧ ٢٥ ١٦ ميل الشمس في يوم ٧ اغسطوس  
 ٢٤ ٠ ١ ٠ ٠ طرف ثاني  
 ٤١ ٢٦ ١٦ ميل صحيح شمالي  
 مطلوب مقدار التصحيح

غرة (أ)  
 ١٩٣٦٠٨ الانساب المأخوذة  
 من الجداول  
 ١٠٢١٨٠٨ تمام مماس عرض  
 ١٠٣٢٩٩ انساب فرق ميل  
 الشمس  
 ١٨٧١٥ ٣٢١٨٧١٥ ينظر على كل واحد  
 منهم من انساب فرق الميل  
 ٧٠٠ ٠ ٠ مختلف في العلامة طرح  
 ٢٠٠ ٠ ٠  
 ٤٠٠ ٠ ٠ مقدار التصحيح

غرة (ب)  
 ٢٠٥٩٩٦  
 ١٠٢٥٢٩٩٠ تمام مماس ميل  
 الشمس الصحيح  
 ١٠٣٢٩٩  
 ١٨٣٦٢٢٨٥

ع = ٢٠٥

مطلوب صحيح وقت زوال قورنومتر

٤٢ ٢٥ ٠ ٧ ساعات قبل الزوال  
 ٠ ٦ ٤٧ ٠ ٢ نصف زمن المسافة  
 ٤٨ ١٢ ١٠ = وقت زوال قورنومتر غير صحيح

|                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| مطلوب وقت زوال غرنويج   | ٥ ٠ ٤ ٠ مقدار التصليح |
| ٥ ٠ ٠ ٠ وقت زوال        | ١٠ ١٢ ٥٢ ٠            |
| ١٣ ٠ ٠ ٠ وقت زوال       | قورنومتر الصيغ        |
| سكندرية                 | ١٠ ٥ ٥٩ ٠ وقت زوال    |
| ٣١ ٠ ٥ ٠ تعديل الزمن ضم | غرنويج                |
| ٣١ ٠ ٥ ١٢ وقت متوسط محل | ٥ ٣ ٥٣ ٠ تقديم الساعة |
| ٣٢ ٥٩ ٠ ١ زمن الطول شرق | العمل بالاعادة الاولى |
| طرح                     | ٥ ٠ ٠ ٠               |
| ٩ ٥ ٠ ١٠ وقت زوال       | ٤٥ ٤٣ ١٣٤ طول الشمس   |
| غرنويج                  | ٣٠ ١٣٤ ٤٥             |
|                         | ٤ ١٢٠ برج رابع        |
|                         | درجة ١٥               |
|                         | ١٤ ٠ ٠                |

ع ٨١ ١١ قسم اول من جدول ٣٧ وهو المقابل لساعات المسافة  
وهي ٥ ساعات و ٣٤ دقيقة و ٤٠ ثانية  
٥٥ ٠ ٢ - قسم ثاني من الجدول المذكور المقابل لمقدار المسافة  
مطلوب مقدار التصليح  
٩٧٨١٩١٦ ظا عرض ٣١ درجة و ١١ دقيقة  
١٠٧٢٣٥٠ لوزا ر يتم عدد قسم اول ١١ ثانية و ١٨ من مائة  
١٠٧٨٥٤١٦٦  
١٠٧٠٠٠٠٠٠

٠٠٧٨٥٤١٦٦ ينظر من انساب العدد =

ع ١٥ ٠ ٧ + يعني يعلم له بعلامة قسم اول  
٥٥ ٠ ٢ - اعداد قسم ثاني  
٦٠ ٠ ٤ + = مقدار التصليح



| مطلوب وقت زوال غرنويج | مطلوب وقت زوال قورنومتر |
|-----------------------|-------------------------|
| ٠٠ ٠٠ ١٢ زوال         | ٤٢ ٢٥ ٠٧ ساعات قبل      |
| سكندرية               | الزوال                  |
| ٣١ ٠٥ ٠٠ تعديل        | ٥٥ ٥٩ ١٢ ساعات بعد      |
| الزمن                 | الزوال                  |
| ٣١ ٠٥ ١٢ وقت متوسط    | ٣٧ ٢٥ ٢٠ المجموع        |
| سكندرية               | ٥٠ ٤٨ ١٢ زوال           |
| ٣٢ ٠٩ ٠١ طول شرق      | قورنومتر تقريبي         |
| ٥٩ ٠٥ ١٠ زوال         | ٦٠ ٠٤ ٠٠ مقدار          |
| غرنويج                | التصليح                 |
| ١٠ ٥٣ ١٢ مخرج وقت     | ١٠ ٥٣ ١٢ مخرج وقت       |
| زوال قورنومتر         | زوال قورنومتر           |
| ٠٠ ٠٦ ٥٣ تقديم الساعة |                         |

الدعوى السابعة عشر

١١٢ في كيفية استخراج الطول بواسطة ساعة لقورنومتر  
حيث كان طول الأما كن هو عبارة عن مقدار زمن القوس المأخوذ من خط  
الاستواء ومحصور بين خط نصف نهار كل مكان ونخط نصف نهار البلد  
المعتبر مبدأ الطول فن المعلوم أنه يصير مرور الشمس على انصاف نهار  
الأما كن التي توجد في جهة مشرق خط نصف نهار مبدأ الطول قبل مرورها  
عليه بقدر زمن طول الأما كن المذكورة وكذلك يكون وقت مرور  
الشمس من خطوط انصاف النهار التي توجد في جهة مغرب خط نصف نهار  
مبدأ الطول من بعد مرورها على نصف نهاره بقدر زمن الطول ومثاله اذا  
كان محل طوله ٣٠ درجة في جهة مشرق خط نصف نهار غرنويج الذي  
هو مبدأ طول دولة الانكيز فيصير مرور الشمس على نصف نهار المحل  
المذكور قبل مرورها على دائرة نصف نهار غرنويج بقدر ساعتين أو كان  
طول المحل يساوي ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة المساوي طول سكندرية

ويصير مرور الشمس على نصف نهار سكونية قبل مرورها على خط نصف  
 نهار غروب يقدّر ساعة واحدة و ٩٥ دقيقة و ٣٢ ثانية وكذلك كل  
 مكان يوجد في جهة مغرب خط نصف نهار مبدأ الطول يصير مرور الشمس  
 على نصف النهار المار بتلك الأماكن من بعد مرور الشمس على خط  
 نصف نهار مبدأ الطول بقدر زمن يساوي مقدار درج ودقائق طول تلك  
 الأماكن بحيث علم ذلك وان ساعات القورنومتر الجارية استعمالها الآن  
 هي على وقتي نصف نهار باريز مبدأ الطول بفرانساً وخط نصف نهار  
 غروب أعني ان الساعات المذكورة تكون في وقت نصف النهار في المجلين  
 المذكورين على ١٢ ساعة وكل مكان من جميع الأماكن التي توجد في  
 جهة مشرق أو مغرب البلدين المذكورين يجعل فيها أوقات ساعاتها وقت  
 مرور الشمس على خط نصف نهارها وبذلك يعلم ان الفرق الذي يوجد بين  
 وقت غروب أو باريز وبين وقت ساعات الأماكن المذكورة يكون مساوياً  
 لمقدار طول تلك الأماكن وطريق استخراج أوقات الساعات في كل مكان  
 يوجد فيه الراصد يكون بواسطة ارتفاع يؤخذ من الشمس أو القمر  
 أو من أحد النجوم المشهورة وبواسطة هذا الارتفاع والعرض  
 وميل الشمس المعلوم يصير استخراج زمن فضل الدائر كما تقدم في القضية  
 الرابعة وبعد استخراج زمن فضل الدائر ينظر الى الوقت الذي صار أخذ  
 الارتفاع فيه فان كان من قبل الزوال يطرح زمن فضل الدائر من ٢ ساعة  
 وان كان الارتفاع المذكور من بعد الزوال فيكون زمن فضل الدائر  
 مساوياً للوقت المطلوب ثم يصير تحويل ذلك الزمن الى وقت متوسط أعني  
 يضم أو يطرح من الوقت الصحيح مقدار زمن التمدد على حسب ما يوجد  
 له من العلامة الموجودة في كتاب معرفة الأزمان ثم يطرح من هذا الوقت  
 وقت ساعة القورنومتر ان كان وقته أقل من وقت متوسط محل وان كان  
 الوقت المتوسط في المحل المذكور أقل من وقت ساعات القورنومتر فيطرح  
 الأزل من الثاني والباقي يكون مساوياً لزمن الطول وأما معرفة جنس  
 الطول ان كان شرقياً أو غربياً فيعلم بهذا الوجه وهو انه اذا وجد وقت  
 ساعات القورنومتر أقل من ساعات وقت متوسط المحل فيكون الطول شرقياً

وان وجد وقت ساعات القورنومتر أكثر من ساعات وقت متوسط المحل  
فيكون الطول غربياً ويساويناه كما في الامثلة الآتية  
مثال أول

سنة ١٨٧٤ في يوم ١٤ شهر ديسمبر عرض المكان ٣١ درجة  
١١ دقيقة شمالاً وارتفاع محل الراصد ٢٠ قدماً في وقت الساعة ٧  
٤٧ دقيقة و٣٣ ثانية قبل زوال ساعة القورنومتر صار أخذ ارتفاع  
الشمس من المحيط الأسفل بواسطة الأفق الصناعي فوجد ٥٥ درجة  
٣٠ دقيقة وكان تأخير ساعة القورنومتر المطلق إلى يوم العمل دقيقتان  
و ٥٦ ثانية والمطلوب مقدار الطول

صورة العمل

|                       | يوم | ع  | د  | س  |
|-----------------------|-----|----|----|----|
| حساب اعتيادي محل      | ١٤  | ٠٧ | ٤٧ | ٢٣ |
| تأخير ساعة القورنومتر | ٠٠  | ٠٠ | ٠٢ | ٥٦ |
| وقت صحيح قورنومتر     | ١٤  | ٠٧ | ٥٠ | ٢٩ |
| طرح يوم وضع ١٢ ساعة   | ٠١  | ١٢ | ٠٠ | ٠٠ |
| وقت فلكي غروب         | ١٣  | ١٩ | ٥٠ | ٢٩ |
| مطلوب تصحيح ميل الشمس |     |    |    |    |

|                                  | د       | س  | ع  |
|----------------------------------|---------|----|----|
| ميل الشمس في ١٣ ديسمبر           | ٢٣      | ١٠ | ٣٥ |
| شرحه في ١٤ منه                   | ٢٣      | ١٤ | ٢٠ |
| فرق الميل في ٢٤ ساعة             | ٠٠      | ٠٣ | ٤٥ |
| أنساب فلكي غروب                  | ٠٨٢٨٢   | ٠٠ | ٠٠ |
| أنساب فرق ميل الشمس              | ١٢٦٨١٢٤ | ٠٠ | ٠٠ |
| أنساب طرف ثاني ٣ دقائق و ٦ ثواني | ١٧٦٤٠٦  | ٠٠ | ٠٠ |
| ميل الشمس في ١٣ ديسمبر           |         |    |    |
| ٢٣                               | ١٠      | ٣٥ |    |

|                      |    |     |                 |
|----------------------|----|-----|-----------------|
| ٤٢                   | ٠٣ | ١١٧ | نصف الحاصل      |
| ٤٤                   | ٠٤ | ٠٦٢ | تمام ارتفاع     |
| ٥٨                   | ٥٨ | ٠٥٤ | باقي محفوظ      |
| ٠٦٧٧٧٣               | ر. |     | قائمة عرض       |
| ٠٣٦٧١٥               | ر. |     | قائمة ميل       |
| ٩٩٤٩٦٣٩              |    |     | جانب الحاصل     |
| ٩٩١٣٢٧٦              |    |     | جانب باقي محفوظ |
| ١٩٩٦٧٤٠٢             |    |     | الحاصل          |
| ٩٩٨٣٧٠١              |    |     | نصف الحاصل      |
| يتظر من تمام الجيب = |    |     |                 |
| ٢٤                   | ٠٢ | ٠١  | نصف الزاوية     |
| ٢٤                   | ٠٢ | ٠١  | ضم مثله         |
| ٤٨                   | ٠٤ | ٠٢  | فضل الدائر      |
| ٢٤                   | ٠٠ | ٠٠  |                 |
| ١٢                   | ٥٥ | ٢١  | وقت صحيح محل    |
| ١٠                   | ٥٥ | ٠٠  | تعديل الزمن طرح |
| ٠٢                   | ٥٠ | ٢١  | وقت متوسط محل   |
| ٢٩                   | ٥٠ | ١٩  | ساعة القورنومتر |
| ٣٣                   | ٥٩ | ٠١  | زمن الطول شرق   |
| ١٥                   | ٠٠ | ٠٠  |                 |
| ٣٢                   | ٥٣ | ٢٩  | طول المحل شرق   |

|                      |    |          |                 |
|----------------------|----|----------|-----------------|
| ٠٦                   | ٠٣ | ٠٠       | طرف ثاني        |
| ٤١                   | ١٣ | ٢٣       | ميل صحيح جنوب   |
| ٩٠                   | ٠٠ | ٠٠       |                 |
| ٤١                   | ١٣ | ١١٣      | تمام ميل        |
| مطلوب تمام عرض       |    |          |                 |
| ١١                   | ٣١ | عرض      |                 |
| ٩٠                   | ٠٠ |          |                 |
| ٤٩                   | ٥٨ | تمام عرض |                 |
| مطلوب تصحيح الارتفاع |    |          |                 |
| ٥                    | ٣٠ | ٥٥       | ارتفاع من الافق |
| الصناعي              |    |          |                 |
| ٠٠                   | ٤٥ | ٢٧       | يؤخذ نصفه       |
| ١٧                   | ١٦ | ٠٠       | نصف قطر         |
| ١٧                   | ٠١ | ٢٨       | ارتفاع مركز     |
| ٢٤                   | ٠٤ | ٠٠       | ارتفاع سفينة    |
| ٥٣                   | ٥٦ | ٢٧       | ارتفاع ظاهري    |
| ٣٧                   | ٠١ | ٠٠       | انقطاع شعاع     |
| ١٦                   | ٥٥ | ٢٧       | ارتفاع صحيح     |
| ٩٠                   | ٠٠ | ٠٠       |                 |
| ٤٤                   | ٠٤ | ٠٦٢      | تمام ارتفاع     |
| ٠٠                   | ٤٩ | ٠٥٨      | تمام عرض        |
| ٤١                   | ١٣ | ١١٣      | تمام ميل        |
| ٢٥                   | ٠٧ | ٢٣٤      | الحاصل          |

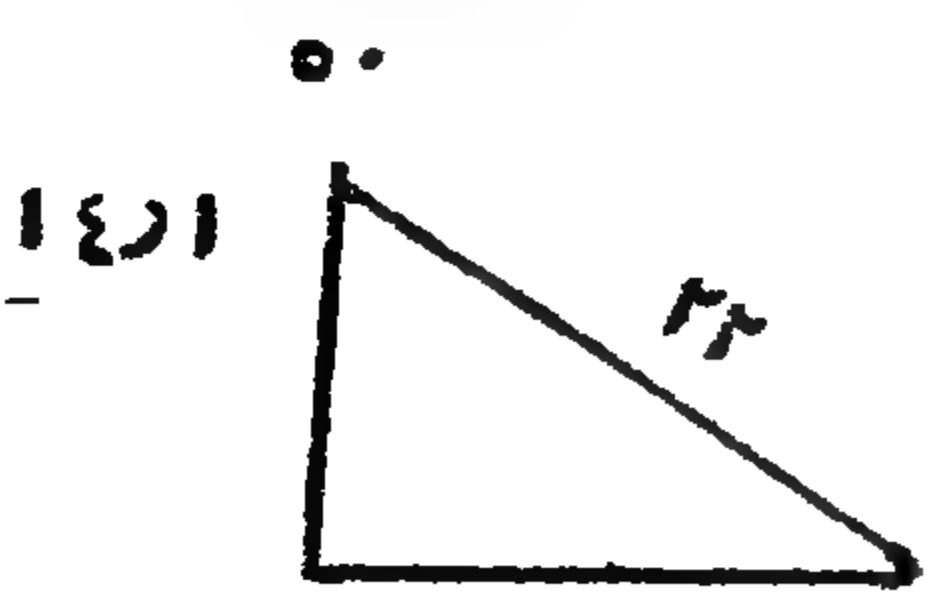


مثال ثانى

سنة ١٨٧٤ فى يوم ١٥ شهر مايس وجد العرض وقت الزوال ٣٢ درجة و ٣٠ دقيقة و ٤٥ ثانية وفى وقت الساعة ٩ و ١٢ دقيقة و ٤٨ ثانية افرنكى قبل الزوال جرى أخذ ارتفاع الشمس محيط الأسفل وجد ٥٧ درجة و ١٤ دقيقة و ٢٤ ثانية وكان بوقتها من ساعة القورنومتر الساعة ٨ و ٧ دقائق و ١٠ ثواني وتقدمها المطلق الى يوم العمل ١٢ دقيقة و ٢٠ ثانية وبرودة السفينة الصحيح ٥٠ درجة جنوب مشرق والسفينة تقطع فى كل ساعة ١٠ أميال والمطلوب مقدار طول محل السفينة فى محل الارتفاع المأخوذ

صورة العمل

٠٨١٠٠ ر. أنساب فلدى غرنويج  
 ١٠٩٩٤٣ أنساب فرق ميل  
 ١٢١٨٠٤٣ أنساب طرف ثانى  
 ١١ دقيقة ٣٥ ثانية  
 ٥  
 ١٨ ٣٩ ٢٠ ميل ١٤ جى مايس  
 ١١ ٥٣ طرف ثانى  
 ١٨ ٥١ ١٣ ميل صحيح شمالي  
 ٩٠  
 ٧١ ٠٨ ٤٧ تمام ميل  
 ٥٠



مطلوب تصحيح الساعة  
 ٥٥ - ٥٥ يوم  
 ١٥ ٠٨ ٠٧ ١٠  
 ١٢ ٢٠ تقديم المطلق  
 ١٥ ٠٧ ٥٤ ٥٠ ساعة صحيحة  
 ١٢ ١٣ ٠٠ ٠٠ طرح يوم وضع  
 ١٢ ساعة  
 ١٤ ١٩ ٥٤ ٥٠ حساب فلدى  
 غرنويج

مطلوب فرق ميل

٥٠  
 ١٨ ٣٩ ٢٠ ميل ١٤ جى مايس  
 ١٨ ٥٣ ٣٩ ميل ١٥ جى منه  
 ١٩ ١٤ ٠٠ فرق ميل فى  
 ساعة

ولا يدل تحويل مقدار عرض الزوال الذي هو ٣٢ درجة و ٣٠ دقيقة  
 و ٤٥ ثانية الى عرض محل السفينة المأخوذ فيه ارتفاع الشمس فيصير  
 طرح وقت الارتفاع وهو ٩ ساعات و ٤٨ دقيقة و ١٢ ثانية من  
 ١٢ ساعة فيصير الوقت الباقي للزوال ٢ ساعة و ١١ دقيقة و ٤٨  
 ثانية واذا ضرب هذا الزمن في عشرة أميال سير السفينة في كل ساعة يصير  
 الحاصل مساويا ٢٢ ميلا ثم يرسم مثلث الاتجاه جنوب مشرق ٥٠  
 درجة و يوضع مقدار وتره ٢٢ ميلا ثم يصير استخراج فرق عرض المثلث  
 فيوجد مساويا ١ ميلاد واحد من عشرة وحيث أن عرض محل السفينة  
 كان من قبل الزوال فيكون أكثر من مقدار العرض وقت الزوال فيضم  
 فرق العرض على مقدار عرض الزوال والناتج يساوي ٣٢ درجة  
 و ٤٥ دقيقة أعني عرض محل السفينة وتماه يساوي ٥٧ درجة  
 و ١٥ دقيقة

مطلوب تصحيح الارتفاع

|     |     |    |               |
|-----|-----|----|---------------|
| ٢٥  | ٢٩  | ٨٠ | نصف الحاصل    |
| ٥٤  | ٣٥  | ٣٢ | تمام ارتفاع   |
| ٢١  | ٥٤  | ٤٧ | باقي محفوظ    |
| ١٨٤ | ٥١٧ | ٠  | قتا تمام عرض  |
| ٩٥١ | ٢٣٩ | ٠  | قتا تمام ميل  |
| ٩٩٢ | ٩٩٣ | ٩٩ | جا نصف الحاصل |
| ٤١٨ | ٨٧٠ | ٩٩ | جا باقي محفوظ |
| ٥٤٥ | ٩٦٣ | ١٩ | الحاصل        |
| ٧٧٢ | ٩٨١ | ٩٩ | من تمام الجيب |
| ٥٦  | ٥٥  | ٠١ | نصف الزاوية   |
| ٥٦  | ٥٥  | ٠١ | ضم مثله       |
| ٥٢  | ١١  | ٠٢ | فضل الدائر    |

|    |    |     |                |
|----|----|-----|----------------|
| ٢٤ | ١٤ | ٥٧  | ارتفاع مأخوذ   |
|    |    |     | محيط أسفل      |
| ٥١ | ١٥ | ٠   | نصف قطار الشمس |
| ١٥ | ٣٠ | ٥٧  | ارتفاع مركز    |
| ٢٤ | ٠٤ | ٠٠  | ارتفاع سفينة   |
| ٥١ | ٢٥ | ٥٧  | ارتفاع ظاهري   |
| ٥٥ | ٠٠ | ٠٠  | انطاف شعاع     |
| ٥٦ | ٢٤ | ٥٧  | ارتفاع صحيح    |
| ٠٠ | ٠٠ | ٩٠  |                |
| ٠٤ | ٣٥ | ٣٢  | تمام ارتفاع    |
| ٠٠ | ١٥ | ٥٧  | تمام عرض       |
| ٤٧ | ٠٨ | ٧١  | تمام ميل       |
| ٥١ | ٥٨ | ١٦٠ | الحاصل         |

|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| زمن الطول = ٢٤ ٤٩ ٠١ | ٢٤ ٠٠ ٠٠               |
| شرق                  | وقت صحيح ٢١ ٤٨ ٠٨      |
| ١٥ في                | تعديل الزمن ٠٠ ٠٣ ٥٤   |
| ١٥                   | وقت متوسط محل ٢١ ٤٤ ١٤ |
| ١٢ ٢١                | وقت متوسط ١٩ ٥٤ ٠٠     |
| ٥ -                  | قورنومتر               |
| ٢٧ ٢١ ٠٠ = طول محل   |                        |
| السفينة شرق          |                        |

مثال آخر

سنة ١٨٧٤ في يوم ٢٠ شهر يوليو عرض السفينة ٣٨ درجة و ٤٠ دقيقة شمالاً وارتفاع السفينة ٢٠ قدماً وفي وقت الساعة ١٠ و ٠٩ دقائق و ٣٠ ثانية جرى أخذ ارتفاع الشمس من المحيط الأسفل فوجد ٥٩ درجة و ٥٥ دقيقة و ٥٠ ثانية وكان زمن ساعة الطول الساعة ١١ و ٥٠ دقيقة و ٣٠ ثانية وتأخيرها المطلق ٩ دقائق و ٣٠ ثانية والمطلوب طول محل السفينة

صورة العمل

|                        |              |             |
|------------------------|--------------|-------------|
| تمام ميل ٢٩ ١٩ ٠٠      | يوم          | ٢٠ ١١ ٥٠ ٣٠ |
| مطلوب تمام العرض       | وقت ساعة     |             |
| ٠ -                    | القورنومتر   |             |
| ٣٨ ٤٠ عرض شمالاً       | تأخير الساعة | ٠٠ ٠٩ ٣٠    |
| ٩٠ ٠٠                  | وقت فلكي     | ٢٠ ١٢ ٠٠ ٠٠ |
| ٢٠ ٥١ تمام عرض         | غروب         |             |
| مطلوب تصحيح الارتفاع   |              |             |
| ٠ -                    | ميل الشمس في | ٢٠ ٤٠ ١٠    |
| ٤٠ ٥٥ ٥٩ ارتفاع منطلوب | ٢٠ يوليو     |             |
| محيط أسفل              |              | ٩٠ ٠٠ ٠٠    |

|                         |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| ٤٧ ١٥ ٠٠ نصف قطر        | ٣١ ٥٥ ٠٠ نصف الزاوية      |
| ٣٢ ١١ ٦٠ ارتفاع مركز    | ٣١ ٥٥ ٠٠ مثله ضم          |
| ٢٤ ٠٤ ٠٠ ارتفاع سفينة   | ٠٢ ٥١ ٠١ فضل الدائر       |
| ٠٨ ٠٧ ٦٠ ارتفاع ظاهري   | ٠٠ ٠٠ ٢٤                  |
| ٢٩ ٠٠ ٠٠ انعطاف شعاع    | ٥٨ ٠٨ ٢٢ وقت حقيقي في محل |
| ٣٩ ٠٦ ٦٠ ارتفاع صحيح    | العمل يوم ١٩ يوليو        |
| ٠٠ ٠٠ ٩٠                | ٠٢ ٠٦ ٠٠ تعديل الزمن ضم   |
| ٢١ ٥٣ ٢٩ تمام ارتفاع    | ٠٠ ١٥ ٢٢ وقت متوسط في     |
| ٠٠ ٢٠ ٥١ تمام عرض       | المحل يوم ١٩ يوليو        |
| ٥٠ ١٩ ٦٩ تمام ميل       | ٠٠ ٠٠ ٠٠ وقت متوسط        |
| ١١ ٣٣ ١٥٠ المحاصل       | فورنو يوم ٢٠ يوليو        |
| ٣٥ ١٦ ٠٧٥ نصف المحاصل   | ٠٠ ٤٥ ٠١ زمن الطول        |
| ٢١ ٥٣ ٢٩ تمام ارتفاع    | غرب                       |
| ١٤ ٢٣ ٤٥ باقى محفوظ     | ٠٠ ٠٠ ١٥                  |
| ٦٤ ٧٤ ١٠٠٠ قتا تمام عرض | ١٥                        |
| ٩٩ ٨٨ ٠٢٠ قتا تمام ميل  | ٠٠ ١٥ ١١                  |
| ٩٧ ٨٥ ٩٩٩ جانصف المحاصل | ٠٠ ٠٠ ٥                   |
| ٠٢ ٨٥ ٩٨٠ جاباقى محفوظ  | ٠٠ ١٥ ٢٦ طول محل          |
| ٦٢ ٤٢ ٩٧٩ المحاصل       | السفينة غرب               |
| ٣١ ٨٧ ٩٩٠ من تمام الجيب |                           |

تنبيه

حيث وجدنا وقت ساعة الفورنو متر بعد التصحيح ١٢ ساعة أعنى انها في وقت زوالها في يوم ٢٠ شهر يوليو والارتفاع المأخوذ قبل الزوال في الساعة ١٠ و ٩ دقائق و ٣ ثانية فحينئذ يلزم طرح زمن فضل الدائر من ٢٤ ساعة والباقي يصير وقتا صحيحا في يوم ١٩ يوليو ومقداره أقل من زمن ساعة الطول وعلى هذا يصير طرح وقت متوسط المحل من



وقت متوسط ساعة القورنومتر والباقي يكون مساويا لزمان الطول ويكون  
غريساوا اذا كان العمل من بعد الزوال و زمان ساعة الطول يوجد من  
قبل الزوال فيصير نحو ١٢ زمن فضل الدائر الى وقت متوسط بواسطة  
مقدار زمن التعديل ويكون ذلك في تاريخ يوم العمل واما ساعات  
القورنومتر المنظر فيكون وقتها في اليوم الذي يكون قبل يوم العمل  
و يصير مقدار اقل من مقدار وقت متوسط المحل و يكون جنس الطول  
شرقا كما تقدم .

١١٤ في كيفية استخراج طول المكان بواسطة الارتفاعات المتناظرة  
قد تقدم كيفية تصحيح ساعة الطول بواسطة الارتفاعات المتناظرة ومتى صار  
تصحيحها وجرى استخراج وقت زوال ساعة القورنومتر فيصير طرح زمن  
وقت زوال ساعة القورنومتر من ١٢ ساعة والباقي يحول الى درج فيصير  
مساويا لمقدار الطول المطلوب أمثلة من ذلك

|                                     |    |    |    |
|-------------------------------------|----|----|----|
| ساعة القورنومتر المتظورة قبل الزوال | ٠٠ | ٣٠ | ٠٧ |
| ساعة بعد الزوال مضاف عليها ١٢ ساعة  | ٣٠ | ٤٨ | ٠١ |
| حاصل الجمع                          | ٢٠ | ١٩ | ٢١ |

|  |    |    |    |
|--|----|----|----|
| نصف الحاصل ويساوي وقت زوال ساعة القورنومتر | ٤٠ | ٣٩ | ١٠ |
|--|----|----|----|

|                |    |    |    |
|----------------|----|----|----|
| وقت زوال المحل | ٠٠ | ٠٠ | ١٢ |
| تعديل الزمن ضم | ٠٠ | ٠٠ | ٠٠ |
| متوسط محل      | ٠٠ | ٠٥ | ١٢ |
| متوسط قورنومتر | ٤٠ | ٣٩ | ١٠ |
| زمن الطول شرق  | ٢٠ | ٢٥ | ٠١ |

مثال آخر      طول شرق      ٢٠ ٢١

ساعة القورنومتر المتظورة وقت الارتفاع المأخوذ قبل  
الزوال

٣٠ ٤٠ ٣٠ ساعة القورنومتر المنظورة وقت الارتفاع المأخوذ بعد الزوال

٥٠ ٥٠ ٣٠ حاصل الجمع  
٢٥ ٥٥ ٠١ نصف الحاصل و يساوي وقت زوال ساعة القورنومتر

١٢ ٠٠ ٠٠ زوال المحل  
٠٠ ٠٠ ٠٠ تعديل زمن ضم  
١٢ ٠٠ ٠٠ زوال متوسط محل  
٢٠ ٥٥ ١٣ زوال قورنومتر يضم ساعة ١٢  
٢٠ ٥٠ ٠١ زمن الطول

٣٥ ٢٧ طول محل الراصد غرب

١١٥ في كيفية استخراج الطول بواسطة ارتفاع القمر وساعة القورنومتر طريق ذلك ان يصير اخذ ارتفاع من القمر ليلا و بوقتها ينظر الى وقت ساعة القورنومتر ثم يصير تصحيح الارتفاع المأخوذ من مقادير ارتفاع مكان الراصد ونصف قط القمر الارتفاعى واختلاف المنظر كما تقدم في بند (٩٣) وكذلك يصير استخراج ميل القمر ومطلعه المستقيم و يصير تحويلهما الى وقت محل العمل و بعد ذلك يصير استخراج مطالع مستقيم الشمس ويجرى تصحيحه كما في بند (١٠٦) ثم انه بواسطة المعلومات المذكورة يصير استخراج مقادير تمام الارتفاع وتمام العرض وتمام ميل القمر وبواسطة هذه المقادير الثلاثة يصير استخراج زمن فضل الدائر ثم ينظر الى محل القمر فان كان وجدا في وقت الارتفاع المأخوذ منه في جهة مشرق نصف نهار الراصد فيصير مخرج زمن فضل الدائر من مطالع مستقيم القمر ثم يطرح من الناتج زمن مطالع مستقيم الشمس والباقي يكون هو الوقت الصحيح حين اخذ ارتفاع القمر وحينئذ يصير تحويله بواسطة زمن التعديل الى وقت متوسط ويؤخذ التفاضل بينه وبين وقت صحيح ساعة القورنومتر والناتج يحول الى درج فيكون مساويا لمقدار الطول المطلوب

مثال

سنة ١٨٧٠ في يوم ١٥ شهر ابريل عرض المكان ٣٠ درجة و ٣٦ دقيقة جنوبية ومقدار الطول التقريبي ٥٩ درجة و ٥٠ دقيقة شرق نصف نهار غروب وارتفاع السفينة ١٦ قدما وفي وقت الساعة ٩ و ٥٠ دقائق و ١٣ ثانية لا جرى أخذ ارتفاع القمر وهو في جهة مشرق نصف نهار الراصد ووجد ارتفاعه ٤١ درجة و ٥٥ دقيقة و ٣٠ ثانية وبوقتها ووجد زمن ساعة القورنومتر ١٠ ساعات و ١٠ دقائق و ١٠ ثواني والمطلوب مقدار الطول الصحيح

صورة العمل

مطلوب ميل القمر

|    |         |    |    |    |    |    |                            |
|----|---------|----|----|----|----|----|----------------------------|
| ٣٠ | ٥٠      | ١٠ | ٤٠ | ٢٣ | ٠١ | ٤٠ | ميل القمر الساعة           |
| ١٥ | يوم     |    |    |    |    |    |                            |
| ٣٦ | ٥٠      | ٠٠ | ٤٠ | ٣٦ | ٠٠ | ٤٠ | ميل القمر الساعة           |
| ١٥ | يوم     |    |    |    |    |    |                            |
| ١٣ | ٥٠      | ٠٤ | ٠٠ | ١٣ | ٠٠ | ٤٠ | فرق ميل القمر              |
|    |         |    |    |    |    |    | في ساعة                    |
| ١٠ | بوجد    |    |    |    |    |    | الطرف المجهول المقابل      |
| ١٠ | دقائق و |    |    |    |    |    | ١٠ ثواني ٢ دقيقة و ٣ ثانية |
| ٢٣ | ٠١      | ٤٠ | ٤٠ | ٢٣ | ٠١ | ٤٠ | ميل القمر الساعة           |
| ١٥ | يوم     |    |    |    |    |    |                            |
| ٢٠ | ٠٢      | ٠٠ | ٠٠ | ٢٠ | ٠٢ | ٠٠ | طرف ثاني                   |
| ٤٣ | ٠٣      | ٤٠ | ٤٠ | ٤٣ | ٠٣ | ٤٠ | صحيح ميل القمر             |
|    |         |    |    |    |    |    | جنوبي                      |
| ١٧ | ٥٦      | ٥٠ | ٨٥ | ١٧ | ٥٦ | ٥٠ | تمام ميل                   |

|    |    |    |    |    |    |    |                  |
|----|----|----|----|----|----|----|------------------|
| ٣٠ | ٥٠ | ١٠ | ٤٠ | ٢٣ | ٠١ | ٤٠ | ارتفاع مأخوذ     |
|    |    |    |    |    |    |    | محيط أسفل        |
| ٥٠ | ٠٣ | ٥٠ | ٥٠ | ٥٠ | ٠٣ | ٥٠ | ارتفاع سفينة     |
|    |    |    |    |    |    |    | قدما             |
| ٤٠ | ٤٦ | ٤١ | ٤٠ | ٤٠ | ٤٦ | ٤١ | ارتفاع ظاهري     |
| ٥٦ | ١٦ | ٥٠ | ٥٦ | ٥٦ | ١٦ | ٥٠ | نصف قطر القمر    |
|    |    |    |    |    |    |    | الارتفاع         |
| ٣٦ | ٠٣ | ٤٢ | ٣٦ | ٣٦ | ٠٣ | ٤٢ | ارتفاع مركز      |
| ٣٥ | ٤٤ | ٥٠ | ٣٥ | ٣٥ | ٤٤ | ٥٠ | اختلاف منظر      |
| ١١ | ٤٨ | ٤٢ | ١١ | ١١ | ٤٨ | ٤٢ | صحيح ارتفاع      |
|    |    |    |    |    |    |    | ٩٠               |
| ٤٩ | ١١ | ٤٧ | ٤٩ | ٤٩ | ١١ | ٤٧ | تمام ارتفاع      |
|    |    |    |    |    |    |    | مطلوب تمام العرض |
| ٣٦ | ٣٠ | ٩٠ | ٣٦ | ٣٦ | ٣٠ | ٩٠ | عرض شمالي        |
| ٢٤ | ٥٩ | ٥٠ | ٢٤ | ٢٤ | ٥٩ | ٥٠ | تمام عرض         |

مطلوب مطلع مستقيم القمر

٤٤ ٢٩ ١٣ · مطلع مستقيم الساعة · يوم ١٥

٠٧ ٣٢ ١٣ شرح الساعة ٦ يوم ١٥

٢٣ ٠٢ ٠٠ فرق المطالع في ساعة ١

ويوجد الطرف الثاني المقابل ١٠ دقائق و ١٠ ثواني = ٢٤ ثانية

٤٤ ٢٩ ١٣ · مطلع مستقيم القمر الساعة · يوم ١٥ ابريل

٢٤ ٠٠ ٠٠ طرف ثاني

٠٨ ٣٠ ١٣ صحيح مطلع مستقيم القمر

٣٣ ٣٤ ١ مطلع مستقيم الشمس بعد التصحيح

مطلوب زمن فضل الدائر

١٨٦٣ ١٩٩٤ ١٩٩٤ الحاصل

٩٣١ ٩٧٠ ٩٩٧ نصف الحاصل

ينتظر من تمام الجيب

٥٥ ٢٢ ٠١ = نصف الزاوية

٥٥ ٢٢ ٠١ ضم مثله

٥٠ ٤٥ ٠٢ = فضل الدائر

٠٨ ٣٠ ١٣ مطلع مستقيم القمر

١٨ ٤٤ ١٠

٣٣ ٣٤ ٠١ مطلع مستقيم

الشمس

٤٥ ٠٩ ٠٩

٤٩ ١١ ٤٧ تمام ارتفاع القمر

٠٠ ٢٤ ٥٩ تمام عرض

١٧ ٥٦ ٨٥ تمام ميل

٠٦ ٣٢ ١٩٢ الحاصل

٠٣ ١٦ ٩٦ نصف الحاصل

٤٩ ١١ ٤٧ تمام ارتفاع

١٤ ٠٤ ٤٩ باقى محفوظ

١٢٧ ٠٦ ٠٠ قتا تمام عرض

٩٣ ٠٠ ٠٠ قتا تمام ميل

٩٧ ٩٩٧ ٩٩٩ جانصف الحاصل

٤٦ ٨٢ ٨٧ ٩ باقى محفوظ



|    |    |    |                    |
|----|----|----|--------------------|
| ٣٠ | ٠٠ | ٠٠ | تعديل الزمن طرح    |
| ٤٢ | ٠٩ | ٠٩ | وقت متوسط محل      |
| ١٠ | ١٠ | ٠٥ | وقت متوسط قورنومتر |
| ٣٢ | ٥٩ | ٠٣ | زمن الطول          |
| ٠٠ | ٥٣ | ٥٩ | طول المكان شرق     |

حيث كان القمر وقت الارتفاع في جهة مشرق نصف نهار الراصد د  
في طرح فضل الدائر من مطامع مستقيم القمر

مثال ثاني

سنة ١٨٧٤ في يوم ٢ ينواريو عرض محل السفينة ٣٣ درجة  
و ٤٨ دقيقة شمالي والطول التقريبي ٢٣ درجة و ١٥ دقيقة شرق وارتفاع  
السفينة ٣٠ قدما وفي وقت الساعة ٩ و ٢٠ دقيقة بعد نصف  
النهار جرى اخذ ارتفاع نجم سريوس أعنى الشرى اليمنية وهي في  
سمت مشرق نصف نهار الراصد وجد ١٩ درجة و ٥ دقائق وبوقتها  
وجد زمن ساعة القورنومتر بعد التصحيح ٦ ساعات و ٤٧ دقيقة و ٤٨  
ثانية والمطلوب طول محل السفينة الصحيح

صورة العمل

|    |    |    |                 |
|----|----|----|-----------------|
| ٤٨ | ٥٧ | ١٨ | ارتفاع صحيح     |
| ٠٠ | ٠٠ | ٩٠ |                 |
| ١٢ | ٠٢ | ٧١ | تمام ارتفاع     |
| ٤٨ | ٣٣ |    | مطلوب تمام عرض  |
| ٠٠ | ٠٠ | ٩٠ |                 |
| ٣٦ | ٠٠ | ١٩ | ارتفاع ظاهرى    |
| ٤٨ | ٠٢ |    | انعطاف شعاع نجم |

|                               |          |                             |
|-------------------------------|----------|-----------------------------|
| مطالوب مطالع مستقيم نجم سريوس | ٩٨٥٥٨٦٤  | جانباقى محفوظ               |
| ٤٥ -                          | ١٩٩٠٤٩٣٥ | الحاصل                      |
| ٣٦ ٣٩ ٠٦                      | ٩٩٥٢٤٦٧  | نصف الحاصل ينظر             |
| ٢ ينواريو                     |          | من تمام الجيب =             |
| ٤١ ٣٢ ١٦                      |          | ٤٥ -                        |
| جنوب                          |          | ١٧ ٤٥ ٠١ = نصف الزاوية      |
| ٩٠ ٠٠ ٠٠                      |          | ١٧ ٤٥ ٠١ مثله ضم            |
| ٤١ ٣٢ ١٠٦                     |          | ٣٤ ٣٠ ٠٣ = فضل الدائر       |
| يوجد مطالع مستقيم نجم سريوس   |          | ٣٦ ٣٩ ٠٦ مطالع مستقيم النجم |
| وميله من جدول بند (٣٣) أو من  |          | ٠٢ ٠٩ ٠٣                    |
| كتاب ميل الشمس                |          | ٠٠ ٠٠ ٢٤                    |
| مطالوب زمن فضل الدائر         |          | ٠٢ ٠٩ ٢٧                    |
| ٥ -                           |          | ١٠ ٥٢ ١٨ مطالع مستقيم       |
| ١٢ ٠٢ ٧١                      |          | الشمس في ٢ ينواريو طرح      |
| ٠٠ ١٢ ٥٦                      |          | ٠٢ ١٦ ٠٨                    |
| ٤١ ٣٢ ١٠٦                     |          | ٢١ ٠٤ ٠٠ زمن التعديل        |
| ٥٣ ٤٦ ٢٣٣                     |          | ١٣ ٢١ ٠٨ وقت متوسط محل      |
| ٢٦ ٣٣ ١١٦                     |          | ٤٨ ٤٧ ٠٦ وقت متوسط          |
| ١٢ ٠٢ ٧١                      |          | قورنومتر                    |
| ١٤ ٠١ ٤٥                      |          | ٢٥ ٣٣ ٠١ زمن الطول          |
| ٠٧ ٠٨ ٠٠                      |          | ٥ -                         |
| ٦٦ ١٨ ٠٠                      |          | ١٥ ٢١ ٢٣ طول شرق            |
| ٩٨ ٠٢ ٩٥ ٩٩                   |          |                             |

الدعوى الثامنة عشر

١١٦

في كيفية استخراج الطول بواسطة ارتفاع الشمس والقمر والمسافة الواقعة بينهما

استخراج الطول بواسطة ارتفاع الشمس والقمر وقت ان يكون ظاهرا  
 بالنهار مع الشمس يصير بواسطة أربعة أشخاص أحدهم يكون مخصوصا  
 لاختلاف المسافة الكائنة بين محيطي الشمس والقمر والثاني يكون لاختلاف  
 ارتفاع الشمس والثالث لاختلاف ارتفاع القمر والرابع يكون لنظر وقت  
 الساعة عند أخذ المقادير التي ذكرت وعندما يصدر النداء من الشخص  
 المخصوص لأخذ المسافة يصير تحرير مقدار المسافة المأخوذة والارتفاع  
 المأخوذ من الشمس والقمر ثم يصير استخراج ميل الشمس وميل القمر  
 ويصير تحويلهما إلى وقت محل العمل وكذلك يصير استخراج نصف  
 قطر القمر الأفقي ونصف قطره الارتفاعي ثم يصير استخراج مقدار  
 اختلاف منظر القمر وجميع ذلك قد تقدم في العمليات السابقة وبعد  
 هذا يضم مقدار نصف قطر الشمس ونصف قطر القمر الارتفاعي إلى  
 مقدار المسافة المأخوذة والناتج يسمى بالمسافة الظاهرة ثم يصير استخراج  
 زمن الزاوية المساعدة بواسطة ارتفاع القمر المركزي وبمقدار اختلاف  
 منظر القمر من جداول اللوغاريتم المنسوب إلى المعلم جيمس الشهير  
 وأول تلك الجداول من صحيفة غرة (٢٨٤) وهو أن يصير أخذ درج  
 ودقائق ارتفاع القمر المركزي من الصف الرأسي من يسار الجدول ويؤخذ  
 مقدار دقائق اختلاف المنظر من الصف الأفقي الأعلى ثم يؤخذ مقدار  
 الثواني الموجودة في الارتفاع من يمين الجدول وكذلك تؤخذ ثواني  
 الاختلاف منظرًا والناتج يكون مقدار الزاوية المطلوبة وبعد هذا يصير  
 استخراج الوقت الصحيح بمحل العمل كما سيأتي ثم يصير تحويل ذلك إلى  
 زمن وقت متوسط ويحفظ ولأجل استخراج الوقت المتوسط بغرفويج يؤخذ  
 من كتاب معرفة الأزمان المسمى بميل الشمس من خانة الساعة التي يوجد  
 زمنها أقل من زمن ساعة محل العمل والساعة التي تكون أكبر منها  
 محاذاة تاريخ يوم العمل والمقابل لاسم الشمس ويؤخذ من الخانتين  
 المذكورتين مقدار مسافة تكون أقل من المسافة الظاهرة وكذلك مقدار  
 مسافة تكون أكبر منها ويؤخذ الفرق بين كل منهما وبين المسافة  
 الظاهرة ثم يؤخذ الباقي الأول والباقي الثاني من جداول الأربعة المتناسبة

وبصير طرح أحدهما من الآخرية تظهر على الباقي من الجداول المذكورة  
والذي ينتج من الساعات والدقائق والثواني يصير ضمه على زمن ساعات  
المسافة الصغرى والحاصل يكون وقت زمن متوسط غرنويج وحينئذ  
يؤخذ التفاضل بينه وبين الوقت المتوسط لمحل العمل المستخرج سابقا  
وبصير تحويل الباقي بعد الطرح الى درج فينتج مقدار الطول المطلوب  
مثال ذلك

سنة ١٨٤٨ في يوم ١٢ شهر فبراير يوعرض محل السفينة شمالا ٥٣  
درجة و ٣٠ دقيقة والطول المتحصل بواسطة حساب البركة يساوي  
١٥ درجة و ٤٥ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج وفي وقت الساعة ٢  
و ٣٦ دقيقة بعد الزوال صار أخذ المسافة بين محيطي الشمس والقمر  
فوجد مقدارها ٩٩ درجة و ٢٦ دقيقة و ٤ ثانية وارتفاع الشمس  
من المحيط الاسفل ٢٩ درجة و ١٥ دقيقة و ١٦ ثانية وارتفاع القمر  
من المحيط الاسفل ٢٥ درجة و ٣٩ دقيقة و ١٠ ثواني وكان ارتفاع  
السفينة ٣٠ قدما والمطلوب مقدار الطول الصحيح صورة العمل

١٨٩٨٥ انساب فلكي غرنويج

٩٥٥٣٣ انساب فرق الميل

٢١٤٥١٨ طرف ثاني

دقيقة واحدة و ١٧ ثانية

٥

١٨ ٥٢ ١٣ من الشمس يوم ١٢

١٧ ٠١ ٠٠ طرف ثاني

٠١ ٥١ ١٣ صحيح ميل الشمس

جنوب

مطلوب تعديل الزمن

٣٣ ١٤

تعديل الزمن صحيح

يوم ١٢

٠٠ ٣٦ ٠٢ حساب فلكي

محل

٠٠ ٠٣ ٠١ زمن الطول

شرق

٠٠ ٣٣ ٠١ حساب فلكي

غرنويج

٥

١٨ ٥٢ ١٣ ميل الشمس

يوم ١٢

٢١ ٢٢ ١٣ شرحه يوم ١٣

٠٧ ١٩ ٠٠ فرق ميل الشمس

في ٢٤ ساعة



| مطلوب تصحيح المسافة       | مطلوب نصف قطر أفق القمر  |
|---------------------------|--------------------------|
| ٥ - ٥                     | ٥٨ - ١٥                  |
| ٤٠ ٢٦ ٩٩ المسافة المأخوذة | نصف قطر أفق نصف          |
| ١٣ ١٦ ٠٠ نصف قطر الشمس    | النهار                   |
| ٠٥ ١٦ ٠٠ نصف قطر القمر    | شرح نصف الليل            |
| الارتفاع                  | ١٠ ٥٤                    |
| ٥٨ ٥٨ ٩٩ مسافة ظاهرة      | ٠٠ ٠٤ مقدار الفرق في     |
| مطلوب تصحيح ارتفاع الشمس  | ساعة                     |
| ٥ - ٥                     | ٥٨ ١٥ نصف قطر صحيح أفق   |
| ١٦ ١٥ ٢٩ ارتفاع منظور     | ٠٧ ٠٠ حصة نصف قطر أفق    |
| محيط أسفل                 | ٠٥ ١٦ نصف قطر ارتفاع     |
| ١٣ ١٦ ٠٠ نصف قطر الشمس    | مطلوب اختلاف منظر القمر  |
| ٢٩ ٣١ ٢٩ ارتفاع مركز      | ٠٨ ٣٦ اختلاف منظر يوم ١٢ |
| ٢٤ ٠٤ ٠٠ ارتفاع سفينة     | نصف النهار               |
| ٠٥ ٢٧ ٢٩ ارتفاع ظاهري     | ٢٣ ٥٨ شرح في يوم ١٢      |
| ٣٥ ٠١ ٠٠ انعطاف شعاع      | نصف الليل                |
| ٣٠ ٢٥ ٢٩ ارتفاع الشمس     | ١٣ ٠٠ فرق اختلاف منظر في |
| صحيح                      | ١٢ ساعة                  |
| ٩٠ ٠٠ ٠٠                  | ٠٨ ٣٦ اختلاف منظر يوم ١٢ |
| ٣٠ ٣٤ ٦٠ تمام ارتفاع      | نصف نهار                 |
| الشمس                     | ٠٢ ٠٠ الذي يخص وقت فلكي  |
| مطلوب تصحيح ارتفاع القمر  | غروب                     |
| ٥ - ٥                     | ٣٤ ٥٨ اختلاف منظر أفق    |
| ١٠ ٣٩ ٢٥ ارتفاع منظور     | صحيح                     |
| محيط أسفل                 |                          |

|   |    |    |                                    |
|---|----|----|------------------------------------|
| ٢٤  | ٠٤ | ٠٠ | ارتفاع سفينة                       |
| ٤٦  | ٣٤ | ٢٥ | ارتفاع ظاهري                       |
| ٠٥  | ١٦ |    | نصف قطر ارتفاعي                    |
| ٥١  | ٥٠ | ٢٥ | ارتفاع مركز                        |
| ١٣  | ٥٠ | ٠٠ | اختلاف منظر المقابل للدرج والدقائق |
| ٣١  | ٠٠ | ٠٠ | المقابل لمصحة الثواني              |
| ٣٥  | ٤١ | ٢٦ | ارتفاع القمر صحيح                  |
| مطلوب مقدار الزاوية المساعدة يؤخذ من جدول صحيفة ٢٩٤ مقدار         |    |    |                                    |
| ٢٥ درجة ارتفاع القمر ٥٠ دقيقة من تحت ٥٨ دقيقة مقدار               |    |    |                                    |
| اختلاف المنظر ويقابل بهما فيوجد ٦٠ درجة و ١٣ دقيقة و ٤٠           |    |    |                                    |
| ثانية ثم يؤخذ ٣٤ ثانية الباقية من مقدار اختلاف منظر من بين الجدول |    |    |                                    |
| فيوجد ٩ ثواني ويؤخذ من دد ثواني الارتفاع أعني ٥١ ثانية فيوجد      |    |    |                                    |
| ٣ ثواني فيصير جمع الثلاثة مقادير ينجم ٦٠ درجة و ١٣ دقيقة          |    |    |                                    |
| و ٥٢ ثانية وهو مقدار الزاوية المساعدة                             |    |    |                                    |
| مطلوب وقت متوسط سفينة   |    |    |                                    |

٢١ ٥٣ ٩٥ ر ٤ جان نصف المحاصل  
 ٣ ٧٧ ١٥٠ ٣ جان نصف الباقي  
 ٥٠ ٩٦ ٣ ٨ جان نصف الجيب

١٢ ٢١ ٢ فضل الدائر  
 ٣٣ ١٤ زمن التعديل ضم  
 ٤٥ ٣٥ ٢ وقت متوسط سفينة  
 مطلوب وقت متوسط عرضي

٣٠ ٣٤ ٦٠ تمام ارتفاع  
 الشمس

٠١ ٥١ ١٣ ميل الشمس  
 جنوبي

٠٠ ٢ ٥٢ ر من المثل شمالي  
 ٠١ ٢١ ٦٧ المحاصل  
 ٣٠ ٢٤ ٦٠ تمام ارتفاع  
 الشمس

٣١ ٥٥ ١٢٧ المحاصل

٣١ ٤٦ ٦ الباقي

١٢ ٥٦ ٢٠ ط عرضي

٨١ ٤ ميل الشمس

|                                 |                           |
|---------------------------------|---------------------------|
| ٢٥ ١٨ ٦٣ تمام ارتفاع القمر      | ٤٨ ٣١ ١١٥ غرة (٢)         |
| ٥٥ ٥٢ ١٢٣ غرة (١)               | ٥٦ ٥٥ ٤ التفاضل غرة (٣)   |
| ٠٥ ٢٧ ٢٩ ارتفاع مركز الشمس      | ٥٨ ٥٨ ٩٩ المسافة الحقيقية |
| ٥١ ٥٠ ٢٥ ارتفاع القمر من المركز | ٥٢ ١٣ ٦٠ الزاوية المساعدة |
| ٥٦ ١٧ ٥٥ الحاصل                 | ٥٠ ١٢ ١٦٠ الحاصل غرة (٤)  |
| ٥٢ ١٣ ٦٠ الزاوية المساعدة       | ٠٦ ٤٥ ٣٩ التفاضل غرة (٥)  |

ثم يؤخذ من جيب السهام غرة (١) و (٢) و (٣) و (٤) و (٥) ويصير جمع الخمسة مقادير المقابلة للثواني

|       |       |                    |
|-------|-------|--------------------|
| ٢٢٢   | ٥٧٢٦٢ | جيب السهام غرة (١) |
| ٢١٠   | ٣٠٧٧٤ | شرح غرة (٢)        |
| ٠١٩   | ٠٣٦٨٠ | شرح غرة (٣)        |
| ٠٨٢   | ٤٠٨٨١ | شرح غرة (٤)        |
| ٠١٨   | ٣١١٥٨ | شرح غرة (٥)        |
| ٥٥٢   | ٦٣٧٥٥ |                    |
| ٥٥٢   |       |                    |
| ٦٤٣٠٧ |       |                    |

ثم يبحث عنه في الجداول المذكورة فيوجد عدد ١٤١٨٧ مقابل ٩٩ درجة و ٢٧ دقيقة والباقي بعد طرحه من المجموع أعني ١٢٠ يؤخذ من يمين الجدول يوجد ٢٥ ثانية أعني المسافة الحقيقية = ٩٩ درجة و ٢٧ دقيقة و ٢٥ ثانية

مطلوب وقت متوسط غروب

٢٥ ٢٧ ٩٩ مسافة حقيقية  
٠٠ ٣٨ ٩٨ المسافة التي أصغر من ساعة مقابلة للساعة صفر المأخوذة من كتاب ميل الشمس

٠٧ ١٤ ٠٠ المسافة التي هي اكبر من المسافة الحقيقية ومقابل الساعة ٣

٢٥ ٤٩ ٠٠ باقى اول

٠٧ ٣٦ ١ باقى ثانى

٠٤٠ ٥٦ ٠٠ انساب باقى اول

٠٤٧ ٧٢ ٢٧ انساب باقى ثانى

٠٩٢ ٨٨ ٢٢ يتظر من انساب الجدول المذكور

٠٤ ٠٠ ٠٠

٠١ ٣٢ ٣٣

٠٠ ٠٠ ٠٠ ساعات المسافة الصغرى

٠١ ٣٢ ٣٣ مقدار وقت متوسط غروب

مطلوب الطول

٠٤ ٠٠ ٠٠

٠٤٥ ٣٥ ٢ وقت متوسط سفينة

٠٣٣ ٣٢ ١ وقت متوسط غروب

١٢ ٠٣ ١

٠٠ ٠٠ ٠٠

٠٠ ٤٨ ١٥ طول محل السفينة شرق

ولنختم بحاليات هذا الكتاب ببعض فوائد مهمة قد صار محل مسائلها

بوجه مختصر ولما كان معرفة محل السفينة في حال السفر واختبار

طرق الاسفار من مكان الى آخر وايضا اجراء تصحيح ساعة الطول عند وصول

السفينة الى أحد الاماكن من اهم الامور اللازمة فاقول

المسئلة الاولى

المراد معرفة بعد محل السفينة عن محل كائن بالبر مثل جبل أو فنار أو

أى شئ يكون منظور بالبر سواء كان ذلك ليل أو نهارا كما اذا فرض ان

سجت طريق السفينة على اتجاه ٢٢ درجة و ٣٠ دقيقة جنوب مغرب وكان

موجود بالبر فنار أو محل معلوم مثل فنار البراس مثلا وكان المراد معرفة

محل السفينة وبعدها عن الفنار المذكور فطر يق ذلك أنه يصير النظر



الى اتجاء الفئار بواسطة البوصلة قبل وصول السفينة الى هذا المحل  
المذكور حتى يوجد اتجاء الفئار على بعده ٤ درجة عن اتجاء السفينة أعني  
يكون اتجاء الفئار المنطور على ٢٢ درجة و ٣٠ دقيقة جنوب مشرق وقت  
ذلك يتقار الى وقت الساعة مثلا في زمن الساعة ٣ بعد الزوال ثم صار  
مرور السفينة على طريقها الاصل وفي أثناء المرور يصير النظر الى الفئار  
المذكور حتى أنه يوجد على اتجاء بحيث يكون محودا على اتجاء سمت طريق  
السفينة أعني على اتجاء ٦٧ درجة و ٣٠ دقيقة جنوب مشرق و وقتها يتقار  
أيضا الى وقت الساعة مثلا فوجد وقتها الساعة ٣ و ٥ دقيقة و فرضنا ان  
مرور السفينة في كل ساعة مقدار ثمانية أميال فحينئذ يصير مقدار سيرها  
في مدة ٥ دقيقتين ستة أميال و حيث يوجد في المثلث القائم الزاوية  
الزاويتان المحاديتان متساويتان و مقدار كل واحدة منهما ٥ درجة  
فيكون البعد بين محل السفينة والفئار المنظور مساويا بالمقدار الستة أميال  
التي قطعتم السفينة بين رؤية الفئار المذكور في المرة الاولى والثانية لأن  
المثلث يكون في هذه الحالة منساوي الساقين ثم يصير وضع المسطرة  
المتوازية على اتجاء ٦٧ درجة و ٣٠ دقيقة جنوب مشرق و يصير قعر يكرها  
الى ان تنطبق على نقطة الفئار و يقاس مقدار ستة أميال وفي انتهاء ذلك  
القياس يوجد محل السفينة المطلوب ومن هذه النقطة يصير وضع اتجاء  
السفينة على سمت المحل المطلوب على وجه الصفحة و يؤخذ ارتفاع الشمس  
و يصير استخراج الطول بواسطة ساعة القورنومتر و بذلك يعلم حركة الساعة  
المذكورة

### المسئلة الثانية

سفينة خرجت من ليمان سكندرية الى جهة جزيرة رودس وكان سيرها  
في كل ساعة ستة أميال ومن بعد مضي ١٢ ساعة خرجت سفينة أخرى  
تخلف السفينة الاولى وعلى طريقها وانها تقطع في كل ساعة ثمانية أميال  
والمراد معرفة مقدار الساعات التي تضي على السفينة الثانية حتى تلحق  
الاولى وما يكون مقدار المسافة بين محل القيام ومحل الوصول وعرض  
وطول نقطة الوصول

صورة العمل

|    |    |                      |    |    |                 |
|----|----|----------------------|----|----|-----------------|
| ٥  | ٣١ | عرض سكندرية شمالي    | ٥  | ٢٩ | طول سكندرية شرق |
| ٣٩ | ٣٦ | عرض جزيرة رودس شمالي | ١٤ | ٢٨ | طول رودس شرق    |
|    |    |                      | ٣٩ | ٠١ | فرق الطول       |
| ٢٨ | ٠٥ | فرق العرض            |    |    |                 |
|    |    | شمالي                |    |    |                 |

ومتى علم فرق العرض وفرق الطول فيصير استخراج البعد والاتجاه كما تقدم في بند (٧٤) وبذلك يوجد الاتجاه ١٤ درجة شمال مغرب والمسافة ٣٣٨ ميلا ولا استخراج محل وصول نقطة السفينة الثانية بالاولى نفرض حرف س لتقدير الساعات التي تمضي على السفينة الثانية حتى انها تلحق الاولى فيكون مقدار ساعات السفينة الاولى يساوي س + ١٢ ويضرب مقدار ساعات كل سفينة في سرعتها فيصير ٨ س = ٦ س + ٧٢ أو ٨ س = ٦ س + ٧٢ أو س = ٣٦ ساعة أي ان السفينة الثانية تلحق السفينة الاولى بعد مضي ٣٦ ساعة ولاجل استخراج عرض وطول نقطة الوصول يصير ضرب ٣٦ ساعة في ٨ أميال فيصير الحاصل ٢٨٨ وهذا مقدار وتر المثلث الذي مقدار زاويته ١٤ درجة ومتى علمت زاوية الاتجاه والوتر فيصير استخراج فرق العرض ويكون ٢٧٩ ميلا ومقدار التباعد ٦٩ ميلا و ٧ من عشرة ولا استخراج فرق الطول يؤخذ بالبرجل مقدار التباعد من أقسام العرض الموجودة بالخريطة من محاذاة محل السفينة ثم يوضع ذلك القياس على أقسام درج الطول والذي يتبع منه يكون هو مقدار فرق الطول ومتى علم فرق العرض وفرق الطول يصير استخراج عرض وطول محل وصول السفينة الثانية بالاولى

|    |    |                      |
|----|----|----------------------|
| ٥  | ٣١ | عرض سكندرية شمالي    |
| ٣٩ | ٠٤ | فرق عرض شمالي        |
| ٥٠ | ٣٥ | عرض محل الوصول شمالي |



٥ ٠  
٢٩ ٥٣ طول سكندرية شرق  
٠ ١ ٢٢ فرق الطول غرب  
٢٨ ٣١ طول نقطة الوصول شرق

نتيجة

ي ضرب عدد الساعات التي سبقت بها السفينة الاولى الثانية في عدد أميال  
سرعة السفينة الاولى ويقسم حاصل الضرب على تفاضل سرعتي السفينتين  
فيصير خارج القسمة مساويا لمقدار الساعات التي تمضي على السفينة  
الثانية حتى أنها تلحق السفينة الاولى هكذا

١٢ = عدد الساعات التي سبقت بها الاولى الثانية

٠ ٦ = عدد أميال سرعة السفينة الاولى

٧٢ = حاصل الضرب يقسم على ٢ تفاضل سرعتين

٢ = ٣٦ ساعة أعني ان السفينة الثانية تلحق الاولى بعد مضي ٣٦ ساعة

المسئلة الثالثة

سفينتان احدهما اقامت من سكندرية والثانية من جزيرة مالطة وسافرا في  
وقت واحد والاولى قاصدة الى مالطة والثانية الى سكندرية وكان سيرهما  
على طريق واحد وكانت سرعة السفينة الاولى عشرة أميال وسرعة الثانية  
ثمانية أميال في كل ساعة والمراد معرفة المسافة التي تقطعها كل سفينة  
حتى أنها تتلاقى مع السفينة الاخرى وايضا معرفة عرض وطول نقطة  
التلاقي ومقدار الساعات التي تمضي حتى يحصل تلاقيهما في نقطة واحدة

صورة العمل

٥ ٠  
٣١ ١١ عرض سكندرية شمالي

٣٥ ٥٤ عرض جزيرة مالطة شمالي

٤٣ = ٠ ٤ ٢٨٣ مقدار فرق العرض شمالي

٢٩ ٥٣ طول سـ كندرية شرق

١٤ ٣١ طول جزيرة مالطة شرق

١٥ ٢٢ = ٩٢٢ فرق الطول غرب

ثم انه بواسطة فرق العرض و فرق الطول المعلومين يصير استخراج البعد والاتجاه بين البلدين المذكورين وحينئذ يوجد الاتجاه ٧٠ درجة شمال مغرب والمسافة ٨٢٠ ميلا ولاجل معرفة مسافة السفينة الاولى والثانية نفرض حرف سـ مسافة الاولى وحرف صـ مسافة الثانية وحينئذ يصير

سـ + ص = ٨٢٠ ويصير  $\frac{سـ}{١٠} = \frac{صـ}{٨}$  ويتحول ذلك

الى مقام مشترك يصير ٨ سـ - ١٠ صـ = ٠ وتوضع تحت الاولى هكذا

سـ + صـ = ٨٢٠ ويضرب سـ بدود المعادلة الاولى في عشرة تصير  
٨ سـ - ١٠ صـ = ٠

١٠ سـ + ١٠ صـ = ٨٢٠٠

٨ سـ - ١٠ صـ = ٠

وبالجمع يصير ١٨ سـ = ٨٢٠٠

أو سـ = ٤٥٥ ميلا ونصف

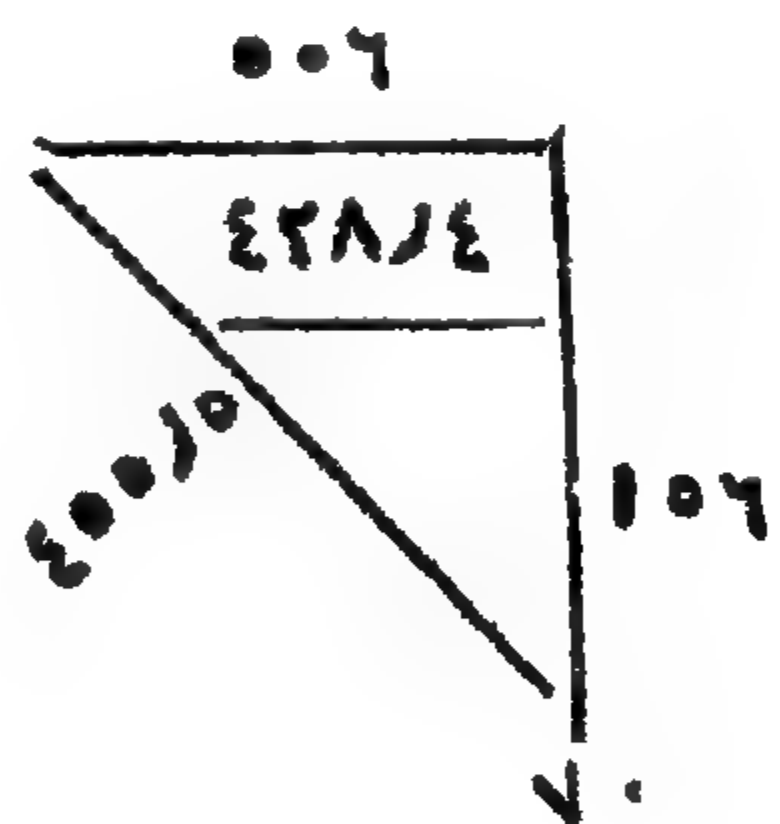
= مسافة السفينة الاولى واذا

وضع على وتر المثلث مقدار المسافة

٥٥٥ وكان الاتجاه ٧٠ درجة

فيصير استخراج التباعيد و فرق

العرض و فرق الطول كما تقدم



٣١ ١١ عرض سلندرية شمالي

٠٢ ٢٦ فرق عرض شمالي

٣٣ ٤٧ عرض نقطة التلاقى شمالي



۲۹ ۰۳ ماول سڪندريه شرق

۲۶ ۸۰ فرق ماول غرب

٢٧ ٢١ أول محل تلاقي السفينتين شرق

فقد

يضرب عدد الاميال التي توجد بين البلدين في سرعة السفينة الاولى التي  
تساوى ١٠ ثم يصير تقسيم الحاصل على مجموع سرعتي السفينتين فيصير  
خارج القسمة مساويا لعدد اميال السفينة الاولى حتى انها تلتقي بالثانية

$$\frac{1}{r} \sum \dots = \frac{AP \dots}{1A} = \frac{1 \cdot \times AP \cdot}{A + 1 \cdot}$$

## المسألة الرابعة

مرض محل القيام يساوى عرض محل الوصول وجانبهما شمالى ومقدار المسافة الكائنة بينهما تساوى ٢٤٠ ميلا و الفرق طولهما ٣٠٠ والمطلوب معرفة مقدار العرض

## صورة العمل

٢٤٧٧١٢١ انساب فرق الطول ٣٠٠

٢١١-٢٣٨ رز انساب السادة ٢٤٠

..... ١٠٠٠٠٠ انساب نصف القطر

١٢٣٨٠٢١١ مجموع الثاني والثالث

۰۲۴۷۷۱۲۱ انساب ۳۰۰ طرح

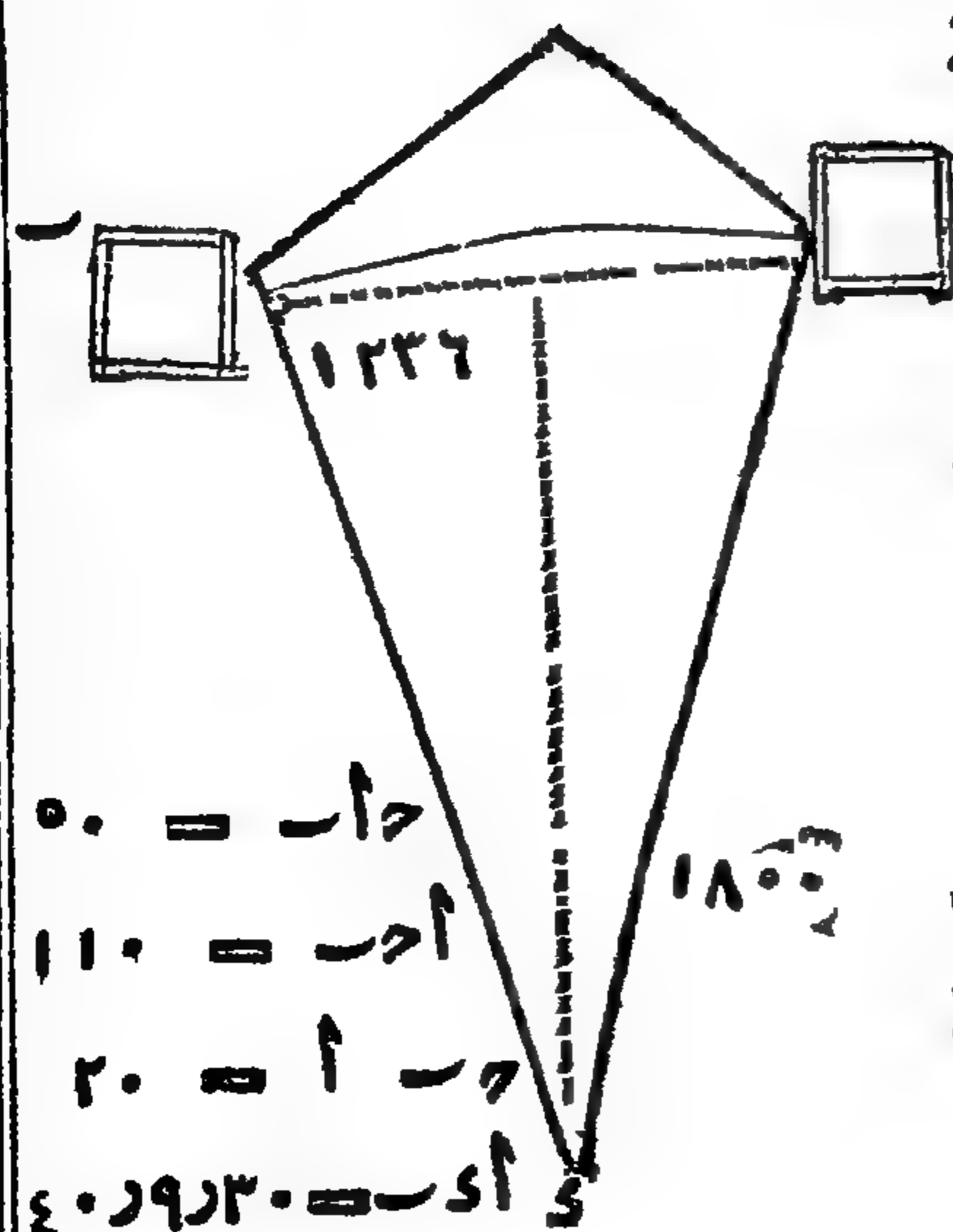
٩٠. ٣٠. ٩٠ يتظر من جيب التمام = ٣٦ درجة ٥٢ دقيقة

١٥٠ ثانياً يساوي مقدار العرض المطلوب

## المشكلة الخامسة

في كيفية تعيين نقطة بالبحر تكون متباعدة عن محالين بالبر مقدار معلوم  
مثاله اذا أردنا وضع نقطة بالبحر ليصير وضع نشان بها بحيث تكون  
بعيدة عن كل من طابيتي القنار والاطة مثلاً بمقدار ١٨٠٠ متراف طريق

ذلك أن يصبر وضع البوصلة في إحدى الطائيتين ثم يصبر أخذ نقطة تكون متباعدة عن محل البوصلة وتكون على غير استقامة الخط الواصل بين الطائيتين ويركز بها شاخص وتقاس المسافة بينهما وبين محل البوصلة وفرضنا أن مقدارها يساوي ٥٠ مترًا ثم ينظر من البوصلة إلى نقطة الشاخص وإلى نقطة الطاية الثانية ويصير تعيين مقدار الزاوية المحصورة بينهما مثلًا فوجدنا مقدارها يساوي ٥٠ درجة ثم يصير نقل البوصلة في محل الشاخص وينظر الراصد أيضًا إلى نقطة محلها الأول وإلى اتجاه الطاية الثانية فتعلم مقدار الزاوية المحصورة بينهما وفرضنا مقدارها يساوي ١١٠ درجات فحينئذ يكون الضلع الموتر لهذه الزاوية مساويًا للمسافة التي بين الطائيتين المذكورتين ولا حاجة لاستخراج مقدار هذه المسافة يصير جمع مقدار زاوية ٥٠ على زاوية ١١٠ ويطرح المجموع من ١٨٠ درجة فيصير الباقي يساوي ٢٠ درجة ثم يقال نسبة جا ٢٠ درجة : عدد ٥٠ متر الضلع المقابل لها :: جا ١١٠ درجات : عدد المسافة المطلوبة أعني مجموع انساب ٥٠ مترًا على جيب ١١٠ درجات ويطرح من الحاصل جيب ٢٠ درجة وينظر على الباقي من انساب العدد فينتج مقدار المسافة بين الطائيتين هكذا



٩٢٥٣٤٠٥٢ جا ٢٠ درجة  
 ٢٢٦٥٢٢١٣ انساب ٥٠ أ  
 ٩٩٧٢٩٨٦ جا ١١٠ درجات  
 ١٢٢٦٢٦١٩٩ مجموع الثاني  
 والثالث

٩٢٥٣٤٠٥٢  
 ٣٢٠٩٢١٤٧ ينظر من انساب  
 العدد ١٢٣٦ مترًا مقدار المسافة  
 بين الطائيتين

واذا توهمنا نزول عمود من النقطة المراد تعيينها على الخط الواصل بين  
الطائيتين يحدث مثلث قائم الزاوية مقدار وتر كل منهما يساوي ١٨٠٠  
مترا ويكون العمود المذكور قاسم ضلع المسافة الى قسمين متساويين  
و يكون مقدار كل منهما مساويا لنصف المسافة أعني ٦١٨ مترا ويصير  
استخراج الزاويتين الواقعتين على القاعدتين هذا التناسب نسبة تناسب  
١٨٠٠ : جانصاف القطر :: انساب ٦١٨ : جيب تمام الزاوية  
المطلوبة هكذا

٣٢٢٥٥٢٧٣ انساب ١٨٠٠  
١٠٠٠٠٠٠٠ جانصاف القطر

٢٢٧٩٠٩٨٨ انساب ٦١٨  
١٢٢٧٩٠٩٨٨ مجموع الثاني والثالث  
٣٢٢٥٥٢٧٣

٩٥٣٥٧١٥ جتا نظرك ٦٩ درجة و ٥٥ دقيقة و ١٥ ثانية = مقدار  
الزاوية المقابلة للعمود المتوهم نزوله وهذه الزاوية تساوي للزاوية الواقعة  
بين خط المسافة والخط الواصل بين الطائيتين الى النقطة المراد تعيينها واذا  
أخذ ضعف هذه الزاوية وطرح الحاصل من ١٨٠ درجة ينتج مقدار الزاوية  
التي رأسها في النقطة المراد تعيينها ويكون ضلعها واصلين الى الطائيتين  
المذكورتين ومقدارها يساوي ٤٠ درجة و ٥٥ دقائق و ٣٠ ثانية  
ثم يصير نزول الراصد في فلوكة و يأخذ البوصلة ويمشي بها على اتجاه  
يكون بينه وبين خط المسافة مقدار ٦٩ درجة و ٥٥ دقيقة و ١٥  
ثانية المستخرج مقدارها سابقا ولا يزال سائرا الى ان يرى مقدار الزاوية  
المحصورة بين الضلعين الواصلين من نقطة محله الى كل طائية من الطائيتين  
المذكورتين تساوي لمقدار ٤٠ درجة و ٥٥ دقائق و ٣٠ ثانية ومتى وجد  
ذلك فتصير نقطة موقعه هي النقطة المطلوبة (وبهذا) قد ظهر لنا من حل هذه  
المسألة فائدتان الاولى انه قد صار معرفة البعدين محل ومحل آخر لا يمكن  
الوصول اليه والثانية تعيين نقطة بالبحر بحول وبقاس على حل هذه



المسئلة كثير نسأل الله الكريم حسن العاقبة والثواب والنجاة من  
هول الحساب وان يجعلنا من خص بشفاعة سيد المرسلين وان يجعل تقع  
هذا الكتاب عام ايجاه آل بيته الطيبين آمين

قال مؤلفه قد تم بعون الله ما جمعه في هذه الاوراق \* عمارق في غيرها  
وراق \* خدمت به صاحب السيف والعلم \* والقرطاس والقلم \* نتيجة  
الكرام \* وخلاصة الفخام ذو المجد الاثيل \* ولي نعمتنا الخديوي  
اسماعيل

هو الداوري من عمجدول جوده \* وسارت به الركان في البر والبحر  
مزاياه في جبهة الدهر غرة \* تفوق على الشمس المنيرة والبدر  
فلا زال في عز ومجد وسود \* وسعد واقبال بالولاية النصر  
وانجائه الغر الكرام اما جسد \* لهم شرف عال على ساطع الزهر  
ونحمد الله على كل حال \* والصلاة والسلام  
ملاح بدر تمام \* وتضوع مسك ختام

يقول المتوسل بصاحب التلاوة ومصار  
بشان من أطلع في سماء  
عقولنا أقدار العناية \* وحفظها بنجوم الهداية من شياطين الغواية وجعل  
فيها شمس المعرفة ساطعه وبروق التوفيق لأمعه وأجرى في قلوبنا  
بحور الاستقامة ومدها بواردات السلام فحمدده على ما أعطى \* وتشكره  
على ما أوى \* ونصلي ونسلم على سراج انبيائه \* ونورا صفيائه \* سيدنا محمد  
وعلى آله النجوم الزواهر \* وأصحابه البحور الزواجر (وبعد) فهذا  
كتاب جليل القدر عظيم الشأن والامر حقيق ان يكتب بمنظوم اللاال  
ويشترى بتفائس الاموال \* حيث اشتمل على علم البحر وقنونه الرائقة  
وايجاهه المفيدة الفائقة \* اذ ارقبت الى درجات معارفه \* وصلت الى دقائق  
لطائفه \* واذا اتقنت حساب ثوابه \* خلصت من شبهات الجهل وثوابه \*  
واذا رقت جداوله على صفحات عقلك \* اهتديت الى طريق وصلك  
وانتشات من عقلك \* وقد برغت شمس طبعك \* لعموم نفعه \* بطبعة  
المتوكل على مولا المبدى العبد \* حضرة معوض أفندي فريد \* على ذمة  
مؤلفه \* ومحرره ومصحفه \* في ظل الخديوي الاعظم والداوري الاكرم \*



ولي نعمتنا افتدينا اسماعيل باشا حفظه الله وانجلاه \* وأدام عليه انعامه  
ونواله \* ولما تم بحمد الملك المتعال \* ارضته بحسب الحال  
وجه بدر السنا على الكون سافر \* فتوجه الى سماء وسافر  
وقامل شمس المعارف واعرف \* مشرقها ومغربها الظواهر  
وتنبه في ليل رشك وارصد \* نجم هدى في مدرجات الدايح  
واتبع قبلة النجاة ولا تبغ انحرافا عنها فتصبح حائر  
وتعلم كيف المسير على بحر نجاح بلجة السر زاهر  
وتجنب صرف الثواني عن الحق مديما دقائق السرائر  
وحساب الساعات صح لترقى \* درجات الى سماء المنظار  
وتبصر هذا الكتاب بفكر \* تلق فيه فلك الافادة سائر  
فهو يدريك ان ضللت ببليل \* فدراري علاه فيه دوائر  
يا كتابا انعم به من كتاب \* افق لآلائه المروني نائر  
وله السن الثنا ارضته \* كوكب في سما الاضاعة زاهر

٤٨ ١٩١ ٨٣٩ ٢١٣

في الاشارات والاصطلاحات في هذا الكتاب

|      |   |
|------|---|
| +    | علامة زائد وتدل على الجمع                         |
| -    | علامة ناقص وتدل على الطرح                         |
| x    | علامة في وتدل على ضرب أحد العددين في الآخر        |
| ÷    | علامة القسمة وتدل على تقسيم عدد على آخر           |
| >    | علامة اصغر وتدل على ان أحد العددين اصغر من الآخر  |
| <    | علامة أكبر وتدل على ان أحد العددين أكبر من الآخر  |
| =    | علامة التساوي وتدل على ان أحد العددين يساوي الآخر |
| √    | علامة الجذر وتدل على أخذ جذر العدد                |
| جا   | تدل على الجيب                                     |
| جتا  | تدل على جيب التمام                                |
| ظا   | تدل على المماس                                    |
| ظاتا | تدل على مماس التمام                               |
| قا   | تدل على القاطع                                    |
| قتا  | تدل على قاطع التمام                               |
| جانق | تدل على جيب نصف القطر أعني جيب ٩٠ درجة            |

